

RENFORCEMENT DES CAPACITÉS POUR LE DÉVELOPPEMENT D'UNE AGROFORESTERIE
ADAPTÉE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE NORD-EST D'HAÏTI

Par
Alex Fréchette-Paradis

Essai de double diplôme présenté au
Centre universitaire de formation en environnement et développement durable et au
Département de biologie de la Faculté des sciences en vue de l'obtention des grades de maître en
environnement (M. Env.) et de maître en sciences (M. Sc.)

Sous la direction de Monsieur Darren Bardati
et de Monsieur Robert L. Bradley

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
Cheminement de type cours en gestion de l'environnement

MAÎTRISE DE PROFESSIONNALISATION
EN ÉCOLOGIE APPLIQUÉE

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sherbrooke, Québec, Canada, septembre 2020

Sommaire

Mots clés : agroforesterie, changements climatiques, sécurité alimentaire, érosion, dégradation des sols, capacité d'adaptation, agriculture durable, Haïti, résilience, transition agroécologie

Le présent document s'intéresse aux renforcements des capacités des agriculteurs concernant l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti. En raison de leur grande vulnérabilité aux aléas climatiques extrêmes et à la dégradation continue de l'environnement, la productivité du secteur agricole est en constante diminution. Dès lors, il est nécessaire de les accompagner dans la conception d'un modèle d'agroforesterie en accord avec les principes fondamentaux de l'agroécologie. Les objectifs étant d'augmenter leur résilience au changement climatique et d'assurer la sécurité et l'autonomie alimentaire des communautés locales. Pour ce faire, il est impératif d'identifier des moyens permettant de relancer le secteur agricole et d'assurer le développement d'un mode d'exploitation des terres plus viable. À cet égard, l'approche agroécologique devrait permettre de mieux cibler les forces et les faiblesses du secteur agricole. Cette approche demande la participation active des agriculteurs dans la sélection et la mise en pratique des solutions identifiées.

La caractérisation et l'évaluation de la performance agroécologique montrent que les actions correctives doivent favoriser la régénération du sol et permettre la lutte contre l'érosion. De plus, la bonification de la biodiversité agricole est importante pour améliorer le fonctionnement de l'agroécosystème, et ce, plus particulièrement dans le contexte des changements climatiques. Ces deux éléments devraient permettre d'améliorer la productivité des terres, d'augmenter le revenu des agriculteurs, de réduire leur vulnérabilité et d'augmenter leur résilience au choc climatique. Pour concevoir un système agroforestier efficace qui assure la viabilité des exploitations et l'autonomie des producteurs, cinq éléments sont fondamentaux. Il est nécessaire d'améliorer la productivité et de bonifier les services écosystémiques perçus. Pour ce faire, il faut optimiser des flux de nutriments et le recyclage de la biomasse. Ils doivent mettre en place un système de gestion de la matière organique du sol afin de stimuler son activité biotique. La mise en place du système agroforestier devra minimiser les pertes en termes d'énergie solaire, d'eau et d'air par une gestion microclimatique et par une protection du sol. Et pour bonifier la résilience des agriculteurs, il faut diversifier les espèces et variétés génétiques cultivées dans le temps et dans l'espace.

Pour que la transition vers l'agroforesterie soit efficace, l'implication des agriculteurs est essentielle. Ainsi, la démonstration des bénéfices qui devraient être obtenus est fondamentale pour générer le désir des agriculteurs d'amorcer l'adaptation de leur pratique au changement climatique. L'accompagnement dans la conception du nouveau système est flexible et permet à chacune des exploitations d'avoir leur propre particularité. Finalement, il est important que le changement de vocation productive des terres soit accompagné de techniques peu dispendieuses et qui permettront le développement de nouveaux secteurs économiques secondaires.

Remerciements

Les premiers remerciements sont destinés à l'équipe de l'IRATAM. Plus particulièrement aux agronomes Carmelot Laguerre et Samuel Jean-Jacques pour leurs implications et leur disponibilité. Dans le contexte de pandémie mondiale, tout un chacun a su s'adapter, modifier rapidement ses méthodes de travail et parvenir à m'offrir une vision globale du système agricole des montagnes du Nord-Est malgré la distance géographique. De plus, ils ont fait preuve de beaucoup de rigueur dans la collecte de données que je n'ai pas eu la chance d'effectuer en raison de la fermeture des frontières. Leurs travaux ainsi que leur dévouement m'ont permis de réaliser ma rédaction sans rencontrer trop de moments difficiles.

J'aimerais remercier mon directeur d'essai de la maîtrise en gestion de l'environnement, Darren Bardati pour avoir été disponible, pour sa rigueur et ses grandes connaissances. Au courant de la rédaction, ses commentaires très pertinents m'ont permis de bonifier le contenu de mon essai et d'acquérir de plus en plus de confiance envers le sujet traité. La rapidité à laquelle il a effectué les rétroactions m'ont permis de m'adapter rapidement pour l'élaboration des questionnaires et pour la collecte de données de terrain. Je suis très reconnaissant et redevable pour toute l'aide qu'il m'a apportée.

J'aimerais aussi remercier mon directeur pour la partie concernant la maîtrise en écologie appliquée, Robert Bradley pour ses disponibilités, son dynamisme et son enthousiasme. Dès le départ de la rédaction, ses commentaires plus que pertinents m'ont permis de prendre conscience de certaines de mes faiblesses ce qui a grandement été bénéfique tout au long de la rédaction. Ses connaissances appliquées des sols et de l'agroforesterie m'ont été bien utiles pour l'élaboration des recommandations relatives à la conception d'un agroécosystème.

De plus, je me dois de remercier le CSI, et plus spécialement Étienne Doyon, de m'avoir fait confiance pour la réalisation de ce projet. Il est important de mentionner que l'accompagnement d'Étienne tout au long du processus de l'essai m'a permis de mieux nuancer ainsi que de bonifier les éléments descriptifs de la zone d'intervention. Son humanisme, sa bonne humeur et son engouement ont été une grande source de motivation et de positivisme dans le contexte particulier. Après chacun des échanges, je me sentais encore plus d'attaque pour amorcer la suite des choses.

Finalement, je me dois de remercier autant le CUFÉ que le groupe de la maîtrise en écologie appliquée pour l'accompagnement et le soutien qu'ils offrent tout au long du cheminement scolaire. Grâce à eux, j'ai eu la chance de rencontrer plusieurs de personnes exceptionnelles en plus d'avoir accès à des programmes scolaires de qualité.

Table des matières

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 ENVIRONNEMENT ET SECTEUR AGRICOLE EN HAÏTI	4
1.1. Déforestation, érosion et dégradation de l'environnement.....	5
1.2. Pratiques agricoles dans les montagnes.....	7
1.3. Précarité économique et sécurité alimentaire	9
1.4. Perspectives et agroforesterie	10
CHAPITRE 2 PRINCIPES DE L'APPROCHE AGROÉCOLOGIQUE.....	14
2.1. Éléments agroécologiques	14
2.2. Interconnexion et approche agroécologique	15
2.3. Dimensions clés de l'agroécologie.....	18
2.4. Approche agroécologique	20
CHAPITRE 3 PORTRAIT DU TERRITOIRE DU DÉPARTEMENT DU NORD-EST	23
3.1. Limites administratives.....	23
3.2. Description physiographique	25
3.3. Description des conditions climatiques	26
3.4. Description de l'hydrologie	28
3.5. Occupation des sols.....	30
3.6. Tendances futures	32
CHAPITRE 4 ENJEUX SYSTÉMIQUES À L'ADAPTATION DU SECTEUR AGRICOLE.....	33
4.1. Acteurs haïtiens du milieu agricole	34
4.1.1. Acteurs internes.....	34
4.1.2. Acteurs externes.....	36
4.2. Enjeux d'adaptation du milieu agricole.....	38
4.2.1. Enjeux écologiques.....	38
4.2.2. Enjeux sociaux	40
4.2.3. Enjeux économiques.....	42
4.2.4. Enjeux de gouvernance	44
4.3. Leviers d'action à l'adaptation du milieu agricole	45
CHAPITRE 5 CARACTÉRISATION DE LA TRANSITION ET PERFORMANCE AGROÉCOLOGIQUE ..	49
5.1. Caractérisation de la transition agroécologique	49
5.1.1. Forces du système agricole	51
5.1.2. Faiblesses du système agricole	52
5.2. Performance du système agricole	53
5.3. Actions correctives prioritaires.....	56

CHAPITRE 6 AGROÉCOSYSTÈME, DE LA THÉORIE À LA MISE EN PRATIQUE	59
6.1. Système agroforestier à multiétage	59
6.1.1. Systèmes multiespèces à base de palmiers et les jardins familiaux	60
6.1.2. Systèmes de couverture permanente et de cultures vivaces.....	61
6.2. Caractéristiques associées aux AFM-e.....	62
6.2.1. Système autonome et diversifié	63
6.2.2. Conservation et régénération des sols	65
6.2.3. Interconnexion et caractéristiques du mode de culture	67
6.3. Jardins familiaux de Chagga	68
6.3.1. Système de culture	70
6.3.2. Gestion des terres	73
6.3.3. Optimisation et amélioration continue.....	75
CHAPITRE 7 RECOMMANDATIONS POUR L'ADAPTATION DES PRATIQUES AGRICOLES.....	78
7.1. Recommandations relatives à la conception	79
7.1.1. Diversification dans le temps et l'espace	80
7.1.2. Conservation et régénération du sol.....	81
7.1.3. Couverture permanente du sol et recyclage des nutriments.....	82
7.2. Recommandations pour la mise en pratique	82
7.2.1. Sélection et association des cultures.....	84
7.2.2. Disposition des cultures	85
7.2.3. Transition du système de culture.....	85
CONCLUSION.....	87
LISTE DES RÉFÉRENCES	89
BIBLIOGRAPHIE	96
ANNEXE 1 DONNÉES DE TEMPÉRATURE ET DE PLUVIOMÉTRIE DE LA ZONE D'INTERVENTION POUR LA PÉRIODE DE 1982-2012.....	97
ANNEXE 2 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE RELATIF À L'AGROFORESTERIE	99
ANNEXE 3 RÉSULTATS DE LA CAET SELON LES CRITÈRES 10 ÉLÉMENTS DE L'AGROÉCOLOGIE	101
ANNEXE 4 QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE AUX CRITÈRES FONDAMENTALE DE L'AGROÉCOLOGIE.....	105
ANNEXE 5 NIVEAU DE DURABILITÉ POUR CHACUN DES CRITÈRES DE PERFORMANCE	118
ANNEXE 6 LISTE DES CULTURES PRÉSENTES À PROXIMITÉ LA ZONE D'INTERVENTION	122

Liste des figures

Figure 2.1 Interconnexion des 10 éléments de l'agroécologie pour une transition vers un système agricole et alimentaire durable	18
Figure 3.1 Divisions administratives de la République d'Haïti.....	23
Figure 3.2 Divisions administratives du département du Nord-Est d'Haïti.....	24
Figure 3.3 Topographie du territoire du département du Nord-Est d'Haïti.....	25
Figure 3.4 Répartition des zones climatiques dans le département du Nord-Est d'Haïti.....	27
Figure 3.5 Diagramme climatique des moyennes mensuelles des températures et des précipitations dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti.....	28
Figure 3.6 Répartition des grands bassins versants et des aquifères dans le département du Nord-Est d'Haïti.....	29
Figure 3.7 Principaux types d'occupation des sols dans le département du Nord-Est d'Haïti.....	30
Figure 3.8 Répartition des zones comportant différents risques d'érosion (A) et de différentes classes de potentialité des sols (B) dans le département du Nord-Est d'Haïti.....	31
Figure 3.9 Projections des variations des températures et des précipitations annuelles moyennes d'ici la fin du siècle dans les montagnes du département du Nord-Est d'Haïti par rapport à la période de référence de 1960 à 1990	32
Figure 5.1 Caractérisation des 10 éléments agroécologiques relatifs au degré de durabilité et aux besoins pour la transition du système des montagnes du département du Nord-Est en Haïti.....	50
Figure 5.2 Degré de vulnérabilité et de résilience générale des exploitations agricoles à partir de l'évaluation de la performance du système agricole dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti.....	56
Figure 6.1 Caractéristiques structurelles et fonctionnelles d'un agroécosystème inspiré des écosystèmes naturels	68
Figure 6.2 Localisation des jardins familiaux de Chagga en Tanzanie et répartition de la zone forestière et agricole autour du Kilimandjaro.....	69
Figure 6.3 Schéma de la vue de profil et aérienne d'un jardin de Chagga selon les différentes espèces présentes sur la parcelle.....	73
Figure 7.1 Méthodes et techniques d'exploitation des terres relatives à la conception système agroécologique définie selon les objectifs poursuivis.....	80

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Présentation des 10 éléments de l'agroécologie interreliés et interdépendants visant l'adaptation des systèmes agricole.....	15
Tableau 2.2 Présentation des critères fondamentaux de performance et de la méthode d'évaluation visant à identifier les besoins pour la transition agroécologique	19
Tableau 2.3 Cadre méthodologique et analytique pour une transition agroécologie en accord avec le projet <i>Jaden nou se vant nou</i>	22
Tableau 3.1 Présentation des données climatiques pour chaque commune des montagnes du département du Nord-Est d'Haïti	28
Tableau 4.1 Acteurs internes à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est.....	35
Tableau 4.2 Acteurs externes à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est	37
Tableau 4.3 Résumé des enjeux écologiques relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est	39
Tableau 4.4 Résumé des enjeux sociaux relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est.....	41
Tableau 4.5 Résumé des enjeux économiques relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est.....	43
Tableau 4.6 Résumé des enjeux de gouvernance relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est.....	45
Tableau 4.7 Leviers d'action relatifs à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est.....	47
Tableau 5.1 Résultats de l'évaluation de la performance du système agricole dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti	54
Tableau 6.1 Stratégies visant à conceptualiser un AFM-e autonome et diversifié.....	65
Tableau 6.2 Conditions de cultures pour les jardins familiaux de Chagga autour du Kilimandjaro, en Tanzanie.....	70
Tableau 6.3 Bénéfices associés aux jardins familiaux de Chagga autour du Kilimandjaro, en Tanzanie ..	76
Tableau 7.1 Description des éléments liés aux quatre sous-systèmes fondamentaux à l'atteinte de la durabilité dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti	78
Tableau 7.2 Recommandations relatives à l'utilisation des ressources du sol, de l'espace, de l'eau et système de gestion de végétaux.....	83

Liste des acronymes, des symboles et des sigles

AFM-e	Système agroforestier à multi-étages
ALC	Amérique Latine et Caraïbienne
BID	Banque interaméricaine de développement
CAET	Caractérisation de la transition agroécologique
CAF	<i>Corporación Andina de Fomento</i>
CECI	Centre d'étude et de coopération internationale
CIAT	Comité interministériel d'aménagement du territoire de la République d'Haïti
CISA	Comité interministériel pour la sécurité alimentaire
CNSA	Coordination nationale pour la sécurité alimentaire
CSI	Carrefour de solidarité internationale
CUFE	Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable
DSDS	Direction des statistiques démographiques et sociales
EIU	Economist Intelligence Unit
FAO	Organisations des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FECOCANE	Fédération des coopératives caféières et agroforestières du Nord-Est
FIDA	Fonds international de développement agricole
GADRU	Groupe d'appui au développement rural
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IDH	Indice de développement humain
IHSI	Institut haïtien de la statistique et de l'informatique
IPBES	Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques
IRATAM	Institut de recherche et d'appui technique en aménagement du milieu
IRP	Groupe international d'experts sur les ressources
MARNDR	Ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural de la République d'Haïti
MPCE	Ministère de la Planification et de la Coopération externe
MDE	Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti
ODD	Objectifs de développement durable
OFL	Office de la langue française
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONPES	Observatoire national de la pauvreté et de l'exclusion sociale
ONU	Organisations des Nations Unies
PAM	Programme alimentaire mondial
PCCI	Programme de coopération climatique internationale

PIB	Produit intérieur brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
SAF	Système agroforestier
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
USAID	Agence américaine pour le développement international

Lexique

Agroforesterie	Systèmes d'utilisation des terres et des pratiques dans lesquelles les plantes ligneuses vivaces sont délibérément intégrées aux cultures agricoles et/ou d'élevage. L'intégration est effectuée suivant une association spatiale entre les cultures et les arbres selon une séquence temporelle déterminée (Liniger <i>et al.</i> , 2011)
Agroécologie	La science et la pratique de l'application des concepts, des principes et des connaissances écologiques à l'étude, la conception et la gestion des agroécosystèmes durables. Elle comprend le rôle des êtres humains en tant qu'organismes centraux de l'agroécologie par le biais des processus sociaux et économiques dans les systèmes agricoles. L'agroécologie examine les rôles et les interactions entre toutes les composantes biophysiques, techniques et socio-économiques pertinentes des systèmes agricoles et des paysages environnants (IPBES, 2019).
Biomasse	Ensemble des matières organiques, d'origine animale ou végétale, présentes dans un milieu terrestre ou aquatique donné, qui est quantifiable (OFL, 2016).
Capacité d'adaptation	La capacité des systèmes, des institutions, des humains et d'autres organismes à s'adapter aux dommages potentiels, à tirer parti des opportunités ou à réagir aux conséquences (GIEC, 2014).
Changement climatique	Un changement dans l'état du climat qui peut être identifié (par exemple, en utilisant des tests statistiques) par des changements dans la moyenne et/ou la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une période prolongée, généralement des décennies ou plus. Le changement climatique peut être dû à des processus internes naturels ou à des forçages externes tels que les modulations des cycles solaires, les éruptions volcaniques et les changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres (GIEC, 2019).
Compaction	Définie comme une augmentation de la densité et une diminution de la porosité dans un sol qui entrave la pénétration des racines et la circulation de l'eau et des gaz (IPBES, 2019).
Déforestation	La conversion anthropique de terres forestières en terres non forestières. La déforestation peut être permanente, lorsque ce changement est définitif, ou temporaire lorsque ce changement s'inscrit dans un cycle qui comprend une régénération naturelle ou assistée (IPBES, 2019).
Terres dégradées	Des terres dans un état qui résulte d'un déclin ou d'une perte persistante de la biodiversité et des fonctions et services des écosystèmes qui ne peuvent pas se rétablir complètement sans aide (IPBES, 2019).
Désertification	Signifie la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, résultant de divers facteurs, notamment les variations climatiques et les activités humaines. La désertification ne se réfère pas à l'expansion naturelle des déserts existants (IPBES, 2019).
Érosion	Le déplacement du sol par l'action de l'eau ou du vent. L'érosion du sol est un processus majeur de dégradation des terres (GIEC, 2019).
Évapotranspiration	Combinaison de deux processus naturels de déplacement d'eau vers l'atmosphère, soit l'évaporation de l'eau de la surface terrestre et la transpiration de la végétation (OFL, 2019).

Exposition	La présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, de services et de ressources environnementales, d'infrastructures ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans des lieux et des contextes qui pourraient être affectés de manière négative (GIEC, 2019).
Malnutrition	Carences, excès ou déséquilibres dans l'apport énergétique et/ou nutritionnel d'une personne. (OMS, 2018)
Mitigation	Une intervention visant à réduire les utilisations néfastes ou non durables de la biodiversité et des écosystèmes (IPBES, 2019).
Potentiel des terres	Le potentiel inhérent et à long terme de la terre pour générer durablement des services écosystémiques, qui reflète la capacité et la résilience du capital naturel terrestre, face aux changements environnementaux en cours (PNUE et IRP, 2016).
Reforestation	La conversion en forêt de terres qui contenaient auparavant des forêts, mais qui ont été converties à un autre usage (GIEC, 2019).
Réhabilitation	La réhabilitation fait référence aux activités de restauration qui font évoluer un site vers un état de référence naturel dans un nombre limité de composantes (c'est-à-dire le sol, l'eau et/ou la biodiversité), y compris la régénération naturelle, l'agriculture de conservation et les écosystèmes émergents (IPBES, 2019).
Résilience	Le niveau de perturbation qu'un écosystème ou une société peut subir sans franchir un seuil pour atteindre une situation dont la structure ou les résultats sont différents. La résilience dépend de facteurs tels que les dynamiques écologiques ainsi que de la capacité organisationnelle et institutionnelle à comprendre, gérer et répondre à ces dynamiques (IPBES, 2019).
Rétroaction	La modification ou le contrôle d'un processus ou d'un système par ses résultats ou ses effets (IPBES, 2019).
Sécurité alimentaire	Une situation qui existe lorsque toutes les personnes, à tout moment, ont un accès physique, social et économique à une alimentation suffisante, sûre et nutritive qui répond à leurs besoins et préférences alimentaires pour une vie active et saine. Sur la base de cette définition, quatre dimensions de la sécurité alimentaire peuvent être identifiées : la disponibilité alimentaire, l'accès économique et physique à la nourriture, l'utilisation de la nourriture et la stabilité dans le temps (FAO <i>et al.</i> , 2019).
Sensibilité	Degré d'affectation positive ou négative d'un système par des stimuli liés au climat. L'effet peut être direct (modification d'un rendement agricole en réponse à une variation de la moyenne, de la fourchette, ou de la variabilité de température, par exemple) ou indirect (dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations côtières en raison de l'élévation du niveau de la mer, par exemple) (GIEC, 2001).
Services écosystémiques	Processus ou fonctions écologiques ayant une valeur monétaire ou non monétaire pour les individus ou la société dans son ensemble. Ils sont fréquemment classés comme (1) services de soutien tels que le maintien de la productivité ou de la biodiversité; (2) services d'approvisionnement tels que la nourriture ou les fibres; (3) services de régulation tels que la régulation du climat ou la séquestration du carbone; (4) services culturels tels que le tourisme ou l'appréciation spirituelle et esthétique (GIEC, 2019).
Sous-alimentation	Définie comme l'état dans lequel la consommation alimentaire habituelle d'un individu est insuffisante pour fournir la quantité d'énergie alimentaire nécessaire pour maintenir une vie normale, active et saine. Aux fins du présent rapport, la faim est définie comme étant synonyme de sous-alimentation chronique (FAO <i>et al.</i> , 2019).

Systèmes alimentaires	L'ensemble des acteurs et leurs activités à valeur ajoutée interdépendantes impliqués dans la production, l'agrégation, la transformation, la distribution, la consommation et l'élimination des produits alimentaires. Les systèmes alimentaires comprennent tous les produits alimentaires qui proviennent de la production végétale et animale, de la sylviculture, de la pêche et de l'aquaculture, ainsi que des environnements économiques, sociétaux et naturels plus larges dans lesquels ces divers systèmes de production sont intégrés (FAO <i>et al.</i> , 2019).
Variabilité climatique	Les variations de l'état moyen et d'autres statistiques (telles que les écarts types, l'apparition d'extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles spatiales et temporelles au-delà de celles des événements météorologiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou à des variations du forçage externe naturel ou anthropique (variabilité externe) (GIEC, 2019).
Vulnérabilité	Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur, et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité, et de sa capacité d'adaptation (GIEC, 2001).

Introduction

Au cours des dernières décennies, les effets des changements climatiques ont impacté les systèmes naturel et humain de la Terre d'une multitude de façons (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC], 2014). Dans les pays où l'économie est fortement dépendante au climat en raison de l'importance de l'agriculture, les populations sont plus à risque de subir des effets négatifs (*Corporación Andina de Fomento* [CAF], 2014; Samson *et al.*, 2011). Dans des conditions climatiques changeantes, la dépendance au secteur agricole vient fragiliser les moyens de subsistance et la stabilité financière de ces pays (CAF, 2014). Selon le GIEC (2014), ces pays risquent de faire face à un ralentissement économique, une exacerbation de la pauvreté et une augmentation de l'insécurité alimentaire durant le XXI^e siècle. Les pays à proximité de l'équateur sont généralement plus vulnérables à ressentir les effets des changements climatiques bien que ces variations soient plus importantes en haute latitude (Samson *et al.*, 2011). Selon l'indice de vulnérabilité aux changements climatiques de Maplecroft (2016), Haïti était classé comme le troisième pays le plus vulnérable du monde pour l'année 2017 après la République Centrafricaine et la République Démocratique du Congo.

La vulnérabilité d'Haïti s'explique, d'une part, par son exposition aux variations climatiques comme la hausse des températures, la diminution ainsi que les changements dans le régime de précipitation et l'augmentation de la récurrence des phénomènes météorologiques extrêmes (Banque interaméricaine de développement [BID], 2015; CAF, 2014). D'autre part, Haïti est le pays de la région Amérique latine et caraïbéenne (ALC) ayant la plus grande sensibilité aux différents phénomènes climatiques (CAF, 2014). L'intensité des perturbations vécues s'explique par les malaises/instabilités sociales et les catastrophes naturelles répétées dans l'histoire haïtienne ainsi que par l'état dégradé de l'environnement et l'incidence élevée de la pauvreté (CAF, 2014; MDE, 2019). Le 5^e pays le plus exposé aux changements climatiques de la région ALC devrait vivre davantage d'inondations, de sécheresses, d'ouragans ou de tempêtes tropicales (CAF, 2014; Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti [MDE], 2006; Weissenberger, 2018).

Un des effets directs pour le secteur agricole est la diminution de la productivité des terres (MDE, 2013). Indirectement, cette perte de productivité augmente la précarité alimentaire des familles haïtiennes (CAF, 2014). Haïti serait le pays de la région ALC avec la plus faible capacité d'adaptation pour contrebalancer sa sensibilité et son exposition aux phénomènes climatiques (CAF, 2014). Le contexte socioéconomique ne permet pas aux Haïtiens d'atténuer les effets et de faire face aux conséquences. L'indice de développement humain de 2018 (IDH) classait Haïti au 169^e rang mondial (Programme des Nations Unies pour le développement [PNUD], 2019). Avec un produit intérieur brut (PIB) par habitant de 868,34 dollars américains (Banque mondiale, 2018b), c'est environ 58,5 % des Haïtiens qui vivent sous le seuil de la pauvreté (Banque mondiale, 2012). L'état de la sécurité alimentaire reflète le contexte socioéconomique du pays avec près de 49 % de la population en situation de sous-alimentation (Organisation des Nations Unies

pour l'alimentation et l'agriculture [FAO] *et al.*, 2019), classant ainsi Haïti au 103e rang sur 113 pays de l'indice global de sécurité alimentaire (IGSM) (Economist Intelligence Unit [EIU], 2019). Le secteur de l'agriculture, de la foresterie et des pêches contribue à 19 % du PIB (Banque mondiale, 2018a), alors que 50 % des emplois du pays sont issus du secteur agricole (Banque mondiale, 2019). La dépendance haïtienne au secteur agricole est un élément central qui accroît la vulnérabilité du pays. Si les changements climatiques ont un impact néfaste sur ce secteur, les effets viennent accentuer la dégradation avancée des ressources naturelles (Ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural de la République d'Haïti [MARNDR], 2011). Avec la perte de rendement du secteur agricole, essentiel au développement du pays, et la forte vulnérabilité aux changements climatiques, le besoin d'adapter les pratiques agricoles en Haïti est incontournable et multidimensionnel.

Dans le département du Nord-Est d'Haïti, les institutions locales de soutien tentent de bonifier les services offerts aux organisations paysannes et travaillent à l'intégration de pratiques agricoles plus durables. L'Institut de recherche et d'appui technique en aménagement du milieu (IRATAM) et le Groupe d'appui au développement rural (GADRU) collaborent afin d'accompagner les agriculteurs dans l'adaptation de leurs pratiques agricoles au contexte environnemental et climatique. En 2017, l'IRATAM, en partenariat avec le Carrefour de solidarité internationale (CSI), ont mis sur pied le projet *Jaden nou se vant nou* (Notre jardin, notre sécurité alimentaire). Ce projet vise à accroître et à stabiliser la sécurité alimentaire dans les milieux ruraux des montagnes du département du Nord-Est d'Haïti. À terme, il est attendu que le déploiement de pratiques d'agroforesterie diversifiées et adaptées aux variations dans le climat permettra de réduire l'exposition des exploitations agricoles aux effets négatifs des changements climatiques et des événements extrêmes. Pour y parvenir, la réduction et l'inversion du cycle de dégradation des sols sont des enjeux centraux. Le gouvernement du Québec a accordé une aide financière au CSI dans le cadre du Programme de coopération climatique internationale (PCCI). À cet égard, un partenariat avec le Centre universitaire de formation en environnement et en développement durable (CUFE) a été conclu. Cette collaboration a pour but de s'affairer aux renforcements des capacités locales pour le développement d'une agroforesterie adaptée aux changements climatiques et visant à accroître la sécurité alimentaire.

Pour ce faire, l'objectif principal de cet essai est de proposer une stratégie pour la transition du secteur agricole vers un modèle agroforestier adapté aux changements climatiques et au contexte des montagnes du Nord-Est d'Haïti. Le système agroforestier (SAF) proposé doit permettre de lutter contre la dégradation de l'environnement ainsi que de renforcer la sécurité alimentaire. Plus spécifiquement, le SAF devra permettre une composition et un agencement spatial et temporel des espèces cultivées favorisant la lutte contre la dégradation des sols et la résilience des exploitations agricoles aux aléas climatiques. Le SAF doit permettre de réduire le potentiel d'érosion et d'augmenter la capacité de rétention des eaux des terres. Ensuite, le SAF proposé devra inclure une stratégie d'atténuation des impacts des aléas climatiques extrêmes de manière à limiter les pertes et à assurer une meilleure stabilité de rendements. Le modèle proposé doit assurer un potentiel de diversification des sources de revenus et des denrées alimentaires

pour les agriculteurs. L'ensemble des éléments identifiés permettront de proposer des alternatives aux pratiques agricoles actuelles pour réduire la sensibilité climatique et augmenter les capacités d'adaptation des agriculteurs haïtiens.

La méthodologie choisie se base sur l'approche agroécologique définie par la FAO. La caractérisation du secteur agricole de la zone d'intervention est effectuée à partir de questionnaires et d'entrevues avec le partenaire haïtien. Ensuite, les résultats obtenus servent à orienter la revue de littérature des différents types de modèles agroforestiers. Les modèles agroforestiers sélectionnés sont adaptés aux contextes socioéconomiques de la zone d'intervention. La revue de littérature effectuée a permis de proposer des alternatives aux pratiques agricoles actuelles. Les sources utilisées dans ce document sont variées, pertinentes et ont été publiées au courant de la dernière décennie. Certains ouvrages de référence en agroforesterie moins récents sont également inclus dans la revue de littérature étant donné leur pertinence. En ce qui a trait à l'état des connaissances sur le milieu d'intervention, les rapports d'organismes intergouvernementaux et d'organismes non gouvernementaux internationaux ont permis de collecter des données concernant le contexte biophysique. Les enjeux systémiques identifiés sont tirés de l'étude de cas de Jean-Philippe Dinelle (2018). Les informations concernant les connaissances acquises dans le cadre de ce projet ont été obtenues par des entrevues avec les agronomes et les techniciens agricoles de l'IRATAM.

Cet essai se divise en sept chapitres. Le premier chapitre constitue la mise en contexte de la problématique discutée dans ce document. Le deuxième est une description de l'évolution du phénomène de la dégradation environnementale, de l'agriculture dans les montagnes, de la relation entre la précarité économique du pays et l'état de la sécurité alimentaire. Le troisième chapitre dresse un portrait du territoire en ce qui concerne les caractéristiques biogéographiques de la zone d'intervention. Le quatrième chapitre traite des enjeux systémiques liés à l'adaptation des pratiques agricoles. Le cinquième chapitre permet d'identifier les actions correctives prioritaires à l'égard du développement de l'agroforesterie. Pour ce faire, les principes agroécologiques les plus importants à considérer sont présentés. Le sixième chapitre discute des SAF existants permettant de répondre aux besoins d'adaptation en Haïti. Le dernier chapitre propose des stratégies relatives à la conceptualisation et le déploiement du SAF par l'IRATAM et ses partenaires.

Chapitre 1

Environnement et secteur agricole en Haïti

Dans le rapport *Changement climatique et terres émergées* publiés en 2019, le GIEC rappelle que les systèmes humains sont dépendants des services écosystémiques des terres et de leurs masses d'eau. Les processus biologiques de fonctionnement ou de maintien des écosystèmes terrestres permettent aux systèmes humains de satisfaire leurs besoins de bases. Les ressources naturelles peuvent être utilisées, entre autres, pour l'alimentation, la production de biens matériels ou le contrôle de l'érosion des sols (Roy *et al.*, 2018). La surexploitation des ressources cause une pression sur les écosystèmes en altérant les processus de fonctionnement biologiques. En conséquence, les systèmes humains sont enclins à subir les effets de la diminution des services écosystémiques perçus. (GIEC, 2019; Roy *et al.*, 2018)

À l'arrivée des Français au XVe siècle, différentes études estiment que les forêts couvraient près de 85 % du territoire haïtien (Programme des Nations unies pour l'environnement [PNUE], 2013). Suite à la libération du peuple haïtien, les écosystèmes forestiers ont été exploités de façon non durable durant près de deux siècles (Bellande, 2009). Dans l'étude *Evaluation of forest cover estimates for Haïti using supervised classification of Landsat data* (Churches *et al.*, 2014), il est estimé pour 2010 et 2011 que le couvert forestier occupait un peu moins que le tiers du territoire. Cette évaluation prend en compte les peuplements naturels et les systèmes agroforestiers dont la superficie est d'au moins 0,5 ha avec une végétation de plus de 5 m de hauteur et dont la canopée recouvrant au moins 10 % de la surface du pixel de l'image satellite. La déforestation a réduit la résilience des écosystèmes en induisant une exposition d'une grande partie du territoire à de graves problèmes d'érosion et de dégradation des sols (Bellande, 2009; GIEC, 2019). Dans le département du Nord-Est d'Haïti, l'agriculture est pratiquée sur des pentes de plus de 30 % sur le tiers du territoire (PNUD, 2006). Le relief montagneux du territoire augmente la sensibilité du paysage à la dégradation de l'environnement (Bellande, 2009; Weissenberger, 2018).

D'ici 2030, il est estimé que le secteur agricole verra sa vulnérabilité aux effets des changements climatiques augmenter avec une diminution de 6 à 20 % de la pluviométrie ainsi qu'une augmentation de la récurrence des épisodes de sécheresse, de la température moyenne (1,1 °C) et de la fréquence de vents violents (BID, 2015; MDE, 2019). Le secteur agricole est aux prises avec des répercussions néfastes sur la production agricole et par extension sur le bien-être des agriculteurs (Bellande, 2009; GIEC, 2014). Ensemble, la perte de productivité des terres, la récurrence des catastrophes naturelles, le manque de connaissances et d'appuis technique, l'insécurité alimentaire et la déforestation forment une boucle de rétroaction amplifiant la précarité socioéconomique des acteurs du secteur agricole (GIEC, 2014; MARNDR, 2011; Weissenberger, 2018).

1.1. Déforestation, érosion et dégradation de l'environnement

En Haïti, l'exploitation intensive de la ressource ligneuse à fin commerciale est l'une des causes les plus importantes de la déforestation du territoire. Au courant du XIX^e et XX^e siècle, le commerce du bois est le secteur de l'économie haïtienne connaissant la plus forte croissance (Bellande, 2009). Le bois occupe le deuxième rang des produits exportés par le pays. Dans les années 1920 et 1930, les chroniqueurs haïtiens décrivaient les forêts du pays comme étant éparées. À cette époque, l'estimation des peuplements naturels d'arbres est d'environ 20 % du territoire alors que les systèmes agroforestiers occuperaient un peu plus de 30% de la superficie (Bellande, 2009). L'absence de règlements et de lois concernant la gestion des écosystèmes forestiers n'a pas favorisé le reboisement du territoire. L'État haïtien a priorisé l'exploitation de la ressource ligneuse dans le but d'augmenter ses rentrées fiscales et a fait activement la promotion de la coupe (Bellande, 2009; Weissenberger, 2018). Une autre cause est la colonisation progressive du territoire accompagnée de l'augmentation démographique du pays. Cela a mené à une réaffectation des terres déboisées en parcelle agricole. Les principales plantations de l'époque étaient la canne à sucre, le coton, le café et le cacao. Au fil des décennies, ces sols ont été intensivement exploités et se sont appauvris (Bellande, 2009; Nadeau *et al.*, 2018). La croissance de la population, la quantité et la qualité limitée de ressources naturelles sur le territoire ainsi que le manque de régulation ont eu pour effet de causer une expansion des superficies exploitées (MDE, 2019; Nadeau *et al.*, 2018).

Dans les années 1970, une multitude de projets de reboisement et d'aménagement antiérosif ont été mis en place. Dans beaucoup de cas, les résultats de ces efforts se sont soldés par des échecs. Durant les dix premières années, une approche paternaliste a été employée par l'État en partant du principe que la cause principale du déboisement était un manque de conscience ou de volonté des agriculteurs (Bellande, 2009). Or, si les pratiques agricoles augmentent les pressions sur les milieux naturels, l'exploitation de la ressource ligneuse à fin commerciale reste le plus grand responsable. Pour les agriculteurs, lorsqu'ils coupent quelques arbres, ils ne sacrifient pas la nature pour des besoins à court terme, mais ils la transforment pour la rendre plus utile (Bellande, 2009; Dinelle, 2018). Comme le relève Kull (2000) dans son article traitant de la déforestation, de l'érosion et des feux à Madagascar, lorsque les conditions favorables sont remplies, même dans le contexte de la croissance démographique et de ressources limitées, il est possible de faciliter l'amélioration du paysage grâce aux reboisements et à diverses stratégies de conservation des sols. Au tournant des années 1980, l'État haïtien change de stratégies d'intervention pour favoriser le reboisement à l'échelle nationale. Des incitations positives à planter des arbres ont été mises en place. Pour ce faire, ils se sont basés sur une analyse du rôle de l'arbre dans le fonctionnement des exploitations paysannes ainsi que des contraintes freinant la mise en place de structures antiérosives et l'extension des espèces pérennes (Bellande, 2009). La démarche avait pour objectif de faire davantage d'espace à l'écoute des agriculteurs. Ceci a eu pour effet de mieux comprendre et de mieux cibler les besoins des interventions selon le contexte des communautés.

Les ressources naturelles aident à l'amortissement des effets négatifs des multiples pressions sur les écosystèmes et la société (GIEC, 2019). Dans le Nord-Est, les impacts de la déforestation sont accentués par les changements climatiques (MARNDR, 2011). La chute du rendement causé par l'altération continue des forêts de montagnes est amplifiée par les variations dans le climat (PNUD, 2006). Puisqu'il est prévu que les effets des changements climatiques s'intensifieront dans les prochaines années, l'érosion risque également de s'amplifier sous l'effet de sécheresses prolongées, d'épisodes de grandes pluies et de vents importants (Bellande, 2009; MDE, 2019). La déforestation et la dégradation des sols augmentent la sensibilité du secteur agricole aux aléas climatiques et réduisent les capacités d'adaptation pour une relance efficace de l'agriculture.

Les écosystèmes forestiers ont une très grande capacité de rétention d'eau grâce aux stockages dans la biomasse, dans l'air ambiant et dans les sols riches en matière organique (GIEC, 2019). Les systèmes racinaires des arbres assurent l'infiltration d'eau à l'aide des canaux qu'ils creusent (Nadeau *et al.*, 2018). La perte du couvert forestier réduit la transpiration par les arbres ce qui, à long terme, induit une diminution locale des précipitations (Baldocchi & Ryu, 2011). De plus, l'exposition des sols aux rayons solaires peut causer une augmentation de la température de près de 2 °C et augmenter l'évaporation d'eau du sol (GIEC, 2019). Ceci participe à la diminution de la capacité de rétention des eaux dans l'écosystème. Dès lors, la perte du système racinaire et la dégradation des terres vont nuire à la régénération des nappes phréatiques (Scheidl *et al.*, 2020). Celles-ci sont importantes pour assurer le maintien de l'humidité dans le sol lors des périodes sèches (Nadeau *et al.*, 2018). Ainsi, dans les systèmes d'agriculture pluviale, la diminution des précipitations peut avoir pour effet d'augmenter l'intensité des périodes de sécheresse (Nadeau *et al.*, 2018). L'assèchement accompagné de la perte de support structurel dans les sols nuit fortement à la cohésion des sols. Les sols étant fragilisés sont alors davantage exposés à l'érosion éolienne et hydrique. Par exemple lorsqu'il pleut, les gouttes de pluie atteignent directement le sol de façon répétée sans être interceptées par la végétation. Il en résulte à une compaction et une imperméabilisation du sol. L'eau qui a de la difficulté à s'infiltrer dans le sol va alors ruisseler en érodant les sols du bassin versant. En Haïti, c'est près de 85 % des bassins versants qui affichent un niveau de dégradation avancé (MARNDR, 2011).

La qualité des sols est également impactée par le déboisement qui engendre une réduction progressive de la quantité de matière organique présente dans la couche superficielle (GIEC, 2019). Sous couvert-forestier, la litière retrouvée au sol est décomposée. Le maintien d'un certain taux d'humidité dans les sols est important pour assurer l'efficacité de la décomposition par les micro-organismes (GIEC, 2019). Lors de la déforestation, la perte de la litière et l'augmentation de la température peuvent réduire le taux de décomposition par les micro-organismes. L'absence d'apports de nouveaux nutriments dans les sols vient réduire leur fertilité. Les sols alors plus fragilisés sont soumis au phénomène de lessivage lors de l'érosion. Contrairement aux cultures annuelles, la végétation forestière pérenne peut traverser la couche superficielle de sol, agissant comme ancrage, freinant ainsi l'érosion (MDE, 2019; Nadeau *et al.*, 2018). Dans le contexte où l'agriculture se pratique en montagne, les pentes prononcées et le manque d'infrastructures d'irrigation

augmentent la perte de matière organique par lessivage (Bellande, 2009). La perte des éléments nutritifs du sol a pour effet de réduire la fertilité des terres (MARNDR, 2011; Nadeau *et al.*, 2018).

Selon les données de la Banque mondiale (1990) rapportées dans l'étude d'impact de Bellande (2009), le phénomène d'érosion moyen dans le pays se chiffrerait à 15 TM/ha/an. L'érosion affecte directement trois fonctions du sol. Tout d'abord, la capacité d'ancrage des végétaux est considérablement réduite. L'exposition prolongée aux agents érosifs tels que le vent et la pluie amincit de plus en plus la couche de terre meuble disponible afin que le système racinaire puisse croître et s'ancrer solidement dans le sol. La perte de terre serait plus élevée dans les régions montagneuses avec 18 TM/ha/an perdus ce qui représente une perte annuelle d'environ 1,2 mm (Bellande, 2009). Ensuite, l'alimentation hydrique des végétaux est également réduite par le phénomène. Les sols qui s'imperméabilisent sous l'effet de la pluie, rendent plus difficile l'infiltration de l'eau dans ceux-ci et donc, un déficit hydrique se crée. Finalement, l'apport en éléments nutritifs pour les cultures est également affecté. Une plus grande quantité d'éléments nutritifs ont été emportés en période de pluie. L'érosion est un phénomène important en Haïti en raison notamment du déboisement. Sans action corrective, le territoire risque de se désertifier (MDE, 2006). Pour le territoire haïtien, il a été estimé que sur des pentes de 20 à 50 %, il faudrait environ 75 ans de culture après le déboisement afin de perdre les 25 premiers centimètres et environ 40 % de la productivité des sols. Il faudrait 75 années supplémentaires pour arriver à une productivité quasiment nulle. Pour ce qui est des sols situés sur des pentes plus fortes que 50 %, c'est environ 15 années d'exploitation qui mènent à une productivité nulle (Bellande, 2009).

La transformation du secteur agricole haïtien demande la prise en considération des contextes social, économique, environnemental ainsi qu'institutionnel. Les agriculteurs doivent composer avec les multiples formes de dégradation environnementale, comme celles des sols et des eaux, la raréfaction des ressources naturelles, les risques climatiques ainsi que le manque de soutien de l'État (Bellande, 2009; MDE, 2006).

1.2. Pratiques agricoles dans les montagnes

Dans les montagnes du département du Nord-Est, l'agriculture y est pratiquée de manière rudimentaire sur de petites parcelles dispersées sur le territoire (Comité interministériel d'aménagement du territoire de la République d'Haïti [CIAT], 2012; Conseil interministériel pour la sécurité alimentaire de la République d'Haïti [CISA] & Coordination nationale pour la sécurité alimentaire de la République d'Haïti [CNSA], 2010). Les agriculteurs composent avec le système pluvial et le cycle climatique afin de cultiver les terres. Dans les dernières années, une augmentation de la superficie de cultures à découvert comme celles du manioc ou de l'arachide a été constatée (Dinelle, 2018). Plusieurs raisons expliquent le choix des agriculteurs de préconiser ces espèces. D'une part, pour leur résistance à la hausse des températures et aux périodes de sécheresse, et d'autre part, pour la stabilité de revenu qu'elles engendrent (Dinelle, 2018). La récolte demande d'arracher les plantes du sol ce qui n'est pas sans conséquence sur la cohésion et la structure du sol. Les sols à découvert après l'arrachage des végétaux voient leur vulnérabilité au lessivage et à

l'érosion en cas de pluies augmenter (Bellande, 2009). Le manque d'accès à des ressources comme des outils ou des semences de qualité limite les capacités des agriculteurs d'adapter leurs pratiques agricoles (MDE, 2006).

Pour remédier à la potentialité des sols limitée, les agriculteurs doivent augmenter la quantité de nutriments dans les sols. Comme l'accès aux intrants chimiques est limité et trop dispendieux, la technique de fertilisation qui est utilisée est celle du brûlis (Dinelle, 2018; MDE, 2006). En brûlant la couche superficielle du sol, les cendres des végétaux vont permettre d'enrichir les sols principalement en potasse. Après une seule saison de culture, le taux de potassium retombe pratiquement au même taux qu'avant le brûlis (Levang, 1991). Or, si le brûlis entraîne des impacts positifs lors des premières récoltes, cette technique contribue à appauvrir les sols à long terme en limitant le rétablissement des micro-organismes décomposeurs lorsqu'elle est utilisée trop fréquemment (Levang, 1991; MDE, 2006). De surcroît, l'appauvrissement des nutriments dans le sol pousse les agriculteurs à réduire la période jachère afin de compenser la perte de rendement. Dès lors, les pratiques entraînent une perte de productivité des cultures indissociable des problèmes d'érosion et de dégradation des sols (Bellande, 2009; PNUD, 2006).

En réponse à cette réduction de la productivité, les agriculteurs haïtiens sont contraints d'augmenter la superficie cultivée pour subvenir à leurs besoins (Bellande, 2009). Par contre, les terres sous forte pente mises sous culture ont une potentialité limitée et impliquent généralement, une réduction du couvert forestier. Pourtant, les zones sous couvert forestier sont moins exposées aux événements de glissements de terrain et d'érosion comparativement aux zones déboisées et dégradées (Penot & Feintrenie, 2014). Dans les montagnes du département du Nord-Est, il y avait des agriculteurs qui cultivaient le riz. Les agriculteurs ont été obligés de délaisser cette culture puisque la déforestation des montagnes du bassin versant a eu un impact important sur la disponibilité en eaux durant les saisons sèches (Nadeau *et al.*, 2018). La déforestation entrave le cycle de l'eau terrestre ce qui augmente les problèmes liés aux périodes de sécheresse prolongée (GIEC, 2019; MARNDR, 2011).

À cet égard, la vulnérabilité des terres aux écoulements torrentiels est accentuée, ce qui augmente la dégradation des bassins versants (Weissenberger, 2018). Le cycle de dégradation est difficile à freiner sans une gestion intégrée des écosystèmes terrestres (PNUD, 2006). Le manque de cohésion entre les pratiques agricoles et l'état de dégradation du milieu engendre une boucle de rétroaction qui n'est pas durable et affecte négativement la productivité des terres. Pour renverser la tendance, il est important de freiner les agents érosifs et de cultiver des espèces plus adaptées au paysage ainsi qu'aux aléas climatiques (Dinelle, 2018; MARNDR, 2011). En effet, le secteur agricole ne permet plus de subvenir aux besoins alimentaires et d'offrir un revenu stable. C'est pourquoi de moins en moins de jeunes pratiquent le métier d'agriculteur. Ce désintéressement s'explique, entre autres, par les difficultés de conservation et de transformation, la baisse des rendements et le manque d'intrants agricoles pour offrir des produits de qualité à des prix compétitifs (Bellande, 2009). Pourtant, la variation prononcée d'altitude dans les montagnes offre une

diversité de microclimats qui rend possible la diversification des cultures. Les agriculteurs peuvent y cultiver une diversité de légumineuses, de tubercules, de cultures maraîchères, de cultures d'exportation et d'arbres fruitiers (Dinelle, 2018). Dans ces circonstances, la réduction de la pression sur les écosystèmes terrestres en Haïti passe par la restauration des écosystèmes forestiers (Jean-Denis *et al.*, 2014).

1.3. Précarité économique et sécurité alimentaire

Au cours des prochaines décennies, l'un des défis les plus importants pour atteindre la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale est de parvenir à doubler la production alimentaire (Rosa, 2017; Waldron *et al.*, 2017). De manière générale, l'usage de l'agriculture conventionnelle est l'approche préconisée. L'utilisation répétée d'intrants chimiques, de ressources génétiques améliorées et la mécanisation des exploitations ont permis jusqu'à présent d'augmenter le rendement (FAO, 2018c; The Royal Society, 2009). Par contre, ce mode d'exploitation des terres engendre des dommages environnementaux et sociaux considérables. Ces dommages peuvent inclure la dégradation des terres, le manque d'eau, la perte de biodiversité et de l'intégrité fonctionnelle des écosystèmes, les changements climatiques et la perturbation des systèmes sociaux (The Royal Society, 2009; Waldron *et al.*, 2017).

La dégradation de l'environnement et les pratiques agricoles non durables ont des impacts négatifs sur les communautés haïtiennes dont les agriculteurs sont les plus vulnérables (MDE, 2006). Depuis le début des années 2000, la disponibilité alimentaire provenant de la production nationale qui comptait pour 43,09 % (CISA & CNSA, 2010), a décru de 0,5 à 1,2 % par année (MDE, 2013). Plus de 50 % de l'offre alimentaire provient d'importations (CISA & CNSA, 2010). Lors de la crise financière de 2008, la sécurité alimentaire du pays aurait reculé de 23 % en raison d'une hausse importante des prix des aliments (Brinkman *et al.*, 2010). De surcroît, la dévaluation progressive de la gourde, la monnaie haïtienne, n'est pas sans conséquence sur le coût des produits importés. Depuis 2003, la gourde a perdu environ 150,20 % de sa valeur comparativement au dollar américain dont 95,52 % de cette dévaluation a eu lieu après 2014 (Banque mondiale, 2020). Au moment de la pandémie mondiale de la COVID-19, le représentant de la FAO en Haïti a expliqué que les longues chaînes d'approvisionnement alimentaire sont grandement affectées, ce qui réduit les importations dans le pays. Les ménages devaient déjà composer avec les répercussions de la sécheresse prolongée de 2018 qui a affecté la production des principales cultures. La production agricole nationale aurait reculé de 12,3 % par rapport à celle de 2017 (Fernandez, 2020). Dans l'analyse de *l'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde* (FAO *et al.*, 2019), il est rapporté que le taux d'inflation élevé des prix alimentaires a pour effet de réduire l'accessibilité des populations les plus vulnérables à de la nourriture diversifiée, de bonne qualité et en quantité suffisante. Alors, l'apport alimentaire est insuffisant et cause de la malnutrition. Le manque de diversité dans les aliments nuit à la bonne santé et au bien-être des individus.

Pour l'horizon 2030, la taille de la population du département du Nord-Est devrait atteindre 500 000 personnes, soit une augmentation annuelle de 1,6 % (CIAT, 2012). Selon l'Agence des États-Unis pour le

développement international [USAID] (2019), l'augmentation continue de la population haïtienne jumelée à la réduction des superficies de terres productives dans le pays est une menace grandissante pour la sécurité alimentaire et la prospérité économique du peuple haïtien. La hausse de prix des produits alimentaires couplée à la perte de productivité des terres en Haïti augmente l'exposition de la population à la sous-alimentation et à la malnutrition. La lutte contre la pauvreté et l'amélioration de l'économie locale demande l'adaptation des pratiques agricoles aux conditions climatiques et environnementales. Comme le soulève *l'Actualisation du plan national de sécurité alimentaire et nutritionnelle*, Haïti est aux prises dans un piège à pauvreté et de dégradation de l'environnement :

« L'agriculture pratiquée de façon rudimentaire et le manque d'alternatives économiques entraînent une agressivité sur les ressources ligneuses, d'où l'érosion accélérée des sols se traduisant par une détérioration de l'environnement en général et une baisse de la sécurité alimentaire dans plusieurs régions du pays. » (CISA & CNSA, 2010, p.13)

La bonification de l'offre alimentaire issue de la production nationale demande une plus grande cohérence entre les pratiques agricoles et la fragilité des paysages haïtiens (CISA & CNSA, 2010). Le consensus de la communauté scientifique internationale est que nous avons besoin d'une approche plus multifonctionnelle de l'usage des terres (GIEC, 2019; Waldron *et al.*, 2017). Le changement de modes de production alimentaire doit permettre de bonifier les conditions sociales et environnementales en accord avec les objectifs de développement durable (ODD) adoptés par l'Organisation des Nations Unies (ONU). Les ODD fournissent un cadre large et cohérent pour permettre de mitiger les effets des changements climatiques et d'augmenter la résilience des écosystèmes terrestres ainsi que des systèmes sociaux (Waldron *et al.*, 2017). L'agriculture doit devenir plus résistante aux multiples pressions sur l'environnement qui engendrent une exacerbation de la faim et une perte de durabilité des sols (GIEC, 2019). Les orientations de la *Contribution prévue déterminée au niveau national* (MDE, 2015) relèvent qu'il est nécessaire de restaurer, valoriser et étendre les systèmes agroforestiers existants, de développer des cultures et des techniques agricoles adaptées au changement climatique et d'assurer la conservation et la régénération des sols.

1.4. Perspectives et agroforesterie

Le rapport *Changement climatique et terres émergées* du GIEC paru en 2019, traite des flux de gaz à effet de serre (GES) dans les écosystèmes terrestres, de l'utilisation et de la gestion durable des terres en relation avec l'adaptation au changement climatique. À cet égard, l'agroforesterie semble offrir des contributions importantes à la mitigation, à l'adaptation, contre la désertification et la dégradation des sols ainsi que l'augmentation de la sécurité alimentaire (GIEC, 2019). L'agroforesterie est le terme générique employé pour désigner les modes d'utilisation des terres et des pratiques agricoles dans lesquels une association dans l'espace et le temps est effectuée, des espèces ligneuses avec des espèces annuelles pouvant être avec ou sans élevage (Liniger *et al.*, 2011; Penot & Feintrenie, 2014). Il existe une grande

diversité de systèmes agroforestiers (SAF) sous exploitation et ils sont caractérisés par différents degrés de complexité. La complexité des SAF dépend principalement de la diversité des espèces et des associations végétales ainsi que de leurs occupations des sols et leurs intégrations des strates verticales (Liniger *et al.*, 2011; Penot & Feintrenie, 2014). Un système simple pourrait être caractérisé par l'association d'une culture ligneuse avec des cultures annuelles intercalaires. Par opposition, un système complexe pourrait être caractérisé par une grande diversité d'espèces pérennes et annuelles dont une intégration verticale semblable aux forêts naturelles serait effectuée pour former une agroforêt (Penot & Feintrenie, 2014). Les SAF sont une alternative multifonctionnelle à l'agriculture conventionnelle visant à augmenter et à diversifier les services écosystémiques perçus par les systèmes humains (Montagnini & Metzger, 2017; Waldron *et al.*, 2017). L'intégration des pratiques agroforestières comme exploitation durable des terres constitue un levier d'action considérable pour lutter contre les effets des changements climatiques et la dégradation de l'environnement (GIEC, 2019; Liniger *et al.*, 2011).

L'agroforesterie augmente la résilience des cultures aux phénomènes sévères causés par les changements climatiques comme la sécheresse ou les températures plus élevées (GIEC, 2019; Liniger *et al.*, 2011). Cette caractéristique s'explique par la formation d'un microclimat grâce aux arbres. La capacité d'infiltration et de stockage des eaux des SAF est supérieure et induit une réduction de l'évaporation et de la température à l'échelle locale (Lin, 2007). En effet, le système racinaire permet d'améliorer la structure du sol et permet d'accroître l'infiltration des eaux (Diallo *et al.*, 2019; Lin, 2007). Un couvert forestier permanent avec un taux d'humidité suffisant dans les sols permet d'améliorer la fertilité et d'augmenter l'activité biologique des sols des terres dégradées (Diallo *et al.*, 2019). Il peut en résulter à une amélioration de la production agricole et forestière due à la disponibilité suffisante dans les sols des ressources essentielles à la croissance des végétaux comme la matière organique, les nutriments ou l'eau (Diallo *et al.*, 2019; Penot & Feintrenie, 2014).

Indirectement, les SAF génèrent des externalités positives pour la biodiversité ou le stockage du carbone (Liniger *et al.*, 2011). À l'échelle du paysage, l'adoption des pratiques agroforestières par les agriculteurs d'une zone donnée peut favoriser une augmentation de la biodiversité locale. Ce phénomène est causé par une augmentation du nombre d'espèces exploitées par hectare en plus de reconstituer des niches écologiques pour des espèces sauvages (A. Hemp, 2006). De surcroît, la capacité des arbres à séquestrer le carbone dans sa biomasse et dans les sols peut constituer une stratégie de réduction des gaz à effet de serre pour atténuer les effets des changements climatiques (Nair *et al.*, 2009; Verchot *et al.*, 2007). Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir une couverture permanente induite par la présence d'arbres pérennes. Selon le type de système, la densité et les espèces d'arbres mises sous exploitation, un SAF a un potentiel de séquestration du carbone allant de 0,3 à 6,5 t/ha/an pour les 10 à 20 premières années après la modification des pratiques agricoles (Nair *et al.*, 2009).

De plus, la présence de ressources ligneuses et non ligneuses permet d'atténuer ou de prévenir les catastrophes naturelles et de réduire l'exposition et la sensibilité des agriculteurs aux effets des changements climatiques (Liniger *et al.*, 2011). Les services écosystémiques perçus par la présence des arbres favorisent la résilience des systèmes humains en augmentant les divers moyens de subsistance (Montagnini & Metzler, 2017). Les systèmes agroforestiers peuvent aider à réduire la dépendance des populations aux produits de base provenant de l'extérieur. La présence d'une diversité d'arbres et d'arbres fruitiers lorsque les récoltes sont mauvaises permet d'offrir une autre source de revenus et de nourriture pour les agriculteurs (Jean-Denis *et al.*, 2014; Montagnini & Metzler, 2017; Waldron *et al.*, 2017). Le passage de l'ouragan Matthew dans le sud d'Haïti est un bel exemple de la résilience des systèmes agroforestiers aux événements météorologiques extrêmes. De manière générale, les cultures agricoles ayant survécu correspondaient avec la présence de forêt ou d'agroforêt alors que les systèmes à découvert ont été détruits (Nadeau *et al.*, 2018). En condition d'instabilité climatique, ces systèmes jouent un rôle de filet de sécurité pour les agriculteurs et la communauté (GIEC, 2019; Jean-Denis *et al.*, 2014).

Les SAF doivent être pensés de façon à promouvoir les interactions écologiques de manière à améliorer le rendement, l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau, en nutriment ou en lumière, en plus de favoriser les bénéfices environnementaux tels que l'enrichissement et la stabilisation des sols (Liniger *et al.*, 2011). La zone climatique ainsi que le contexte biogéographique sont des éléments importants à prendre en considération lors de l'élaboration et la planification d'un SAF. Par exemple, autour du mont Kilimandjaro, les jardins familiaux de Chagga sont installés sur les pentes montagneuses dans un climat subhumide et le SAF est installé sur la quasi-totalité de l'exploitation (A. Hemp, 2006; Liniger *et al.*, 2011). Dans les zones plus arides, il est fréquent de ne développer des SAF que sur une partie de l'exploitation. L'utilisation des arbres dans les systèmes de parc subsaharien se limite généralement à diverses niches de production agricole (Boffa, 1999; Liniger *et al.*, 2011). De plus, les SAF sont principalement utilisés sur de petites exploitations agricoles, mais des systèmes à grande échelle sont utilisés pour les plantations de thé ou de café (Liniger *et al.*, 2011).

Les SAF offrent un mode de gestion des terres favorisant la réduction de la pauvreté et l'augmentation de la sécurité alimentaire (Montagnini & Metzler, 2017). Certains types de SAF permettent, avec un faible investissement de départ, de combiner une augmentation de la productivité et une diversification des revenus pour les agriculteurs (Liniger *et al.*, 2011). Cette diversification des revenus est généralement associée à un revenu annuel plus stable induit par la présence d'une plus grande diversité végétale sur la parcelle exploitée (Montagnini & Metzler, 2017; Waldron *et al.*, 2017). Cela est particulièrement important lorsque l'économie est fortement dépendante du secteur agricole. D'autres bénéfices socioéconomiques indirects sont associés au développement de l'agroforesterie. Les SAF peuvent favoriser la création d'emplois en milieu rural et peuvent constituer un levier d'action pour soutenir l'égalité de genres et des groupes marginalisés ou isolés (Montagnini *et al.*, 2017). Le développement d'une agriculture durable à partir de SAF va beaucoup plus loin que la bonne gestion de l'écosystème. La réussite de l'implantation

d'un tel système demande la prise en considération du contexte socioéconomique dans le Nord-Est d'Haïti (Liniger *et al.*, 2011; MARNDR, 2011; Waldron *et al.*, 2017). La relance de ce secteur de l'économie haïtienne demande la régénération des sols, la gestion durable des ressources naturelles, et aussi, la mise en place de systèmes de stockage, de transformation et de mise en marché des produits agricoles (MDE, 2019; PNUD, 2006).

Chapitre 2

Principes de l'approche agroécologique

Dans la zone d'intervention, l'insécurité alimentaire et la baisse de productivité des terres continuent d'affecter les communautés locales. Pour atteindre une alimentation et une production agricole durable, la FAO (2018a) voit l'agroécologie comme un élément clé afin de réduire les instabilités vécues. Un des principes universels aux différentes formes de l'agroécologie est que la transformation des systèmes agricoles peut induire une réduction des dommages environnementaux attribués à l'agriculture conventionnelle (Leménager & Ehrenstein, 2016). L'adaptation des pratiques agricoles permettrait de réduire les impacts négatifs de nature sociale et économique. L'agroforesterie est vue comme un outil dans la lutte contre la pauvreté en plus de soutenir les initiatives liées à l'émergence d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement (de Shutter, 2010). Il est attendu que le déploiement de l'agroforesterie permettrait de réduire les impacts des dommages environnementaux liés à l'érosion, l'appauvrissement durable de la fertilité du sol, la réduction de la disponibilité en eaux, la perte de biodiversité, etc. (Leménager & Ehrenstein, 2016) Cette approche s'applique à bonifier significativement l'offre alimentaire en assurant une meilleure santé environnementale des exploitations. L'intention est d'assurer des moyens de subsistance pour tout un chacun (FAO, 2019). Pour ce faire, l'agroécologie intègre à la fois les concepts et les principes sociaux associés à la conception et à la gestion des systèmes agricoles. La prise en considération de la globalité du système alimentaire peut favoriser sa durabilité et son équité. L'optimisation des interactions entre les plantes, les animaux, les humains ainsi que l'environnement est centrale (FAO, 2018a). Dès lors, la conception et la gestion durable des écosystèmes en montagnes demandent l'examen du rôle et des interactions entre toutes les composantes pertinentes des systèmes agricoles et leur environnement (IPBES, 2019).

2.1. Éléments agroécologiques

L'approche agroécologique présentée dans cette section constitue un outil analytique permettant d'accompagner les communautés à rendre l'agroécologie opérationnelle. La mise en relation des propriétés importantes du système alimentaire avec les dix éléments de l'agroécologie devrait permettre l'identification des considérations clés dans le développement d'un système de production plus durable (FAO, 2019). L'agroécologie dépend de connaissances spécifiques au contexte et n'offre pas de solution fixe, prête à l'application (Nair, 2017). Les dix éléments présentés au tableau 2.1 constituent la base pour guider les décideurs politiques et les parties prenantes dans la planification, la gestion et l'évaluation des besoins relatifs à la transition agroécologique. Les définitions utilisées pour exposer les différents éléments de l'agroécologie sont obtenues de la FAO (2018a). L'identification et la caractérisation des éléments communs à l'ensemble de la zone d'intervention permettront d'orienter la transition écologique. Les caractéristiques écologiques sont divisées en six éléments soit : la diversité, la synergie, l'efficacité, la résilience, le recyclage ainsi que la cocréation et le partage du savoir et des connaissances. Les caractéristiques

contextuelles dans lesquelles opère le système alimentaire sont associées aux valeurs humaines et sociales ainsi qu'à la culture et aux traditions alimentaires. Pour ce qui est de la gouvernance responsable ainsi que de l'économie circulaire et solidaire, elles constituent des éléments visant à mettre en place un environnement favorable à la transition du système alimentaire vers un modèle plus durable et autonome.

Tableau 2.1 Présentation des 10 éléments de l'agroécologie interreliés et interdépendants visant l'adaptation des systèmes agricole

Élément	Définition
Diversité	Assurer la sécurité alimentaire et la nutrition tout en conservant, protégeant et améliorant les ressources naturelles.
Résilience	Renforcer de la résilience des communautés humaines et des écosystèmes est la clé des systèmes alimentaires et agricoles durables.
Synergies	Améliorer les fonctions clés des systèmes alimentaires en soutenant la production et les multiples services écosystémiques.
Efficacité	Favoriser les pratiques agroécologiques innovantes produisant plus en utilisant moins de ressources externes.
Recyclage	Récupérer plus de matières organiques permet une production agricole avec des coûts économiques et environnementaux moindres.
Cocréation et partage du savoir	Les innovations agricoles répondent mieux aux défis locaux lorsqu'elles sont cocrées par une approche participative.
Valeurs humaines et sociales	La protection et l'amélioration des moyens de subsistance ruraux, de l'équité et du bien-être social sont essentielles pour des systèmes alimentaires et agricoles durables.
Culture et traditions alimentaires	En favorisant des régimes alimentaires sains, diversifiés et culturellement adaptés, l'agroécologie contribue à la sécurité alimentaire et à la nutrition tout en préservant la santé des écosystèmes.
Économie circulaire et solidaire	Reconnecter les producteurs et les consommateurs offre des solutions innovantes pour vivre à l'intérieur de nos frontières planétaires tout en assurant le fondement social d'un développement inclusif et durable
Gouvernance responsable	L'alimentation et l'agriculture durables nécessitent des mécanismes de gouvernance responsables et efficaces à différentes échelles (locale, nationale, mondiale)

Source : FAO (2018a)

Traduction libre

2.2. Interconnexion et approche agroécologique

Les interconnexions entre les éléments agroécologiques, comme exposé par la FAO (2018a), se doivent d'être présentées afin de mettre en évidence l'interdépendance des différentes composantes d'un système agroalimentaire. Pour ce qui est des caractéristiques écologiques associées aux systèmes agroécologiques, tel que l'agroforesterie, l'optimisation de la diversité en espèces et des ressources génétiques permet de générer des bénéfices écosystémiques importants (Altieri *et al.*, 2015). L'organisation des cultures à différents niveaux favorise l'intégration verticale d'une plus grande biodiversité de plantes,

d'arbustes et d'arbres. La diversification peut accroître la productivité et l'efficacité de l'utilisation des ressources nutritives et hydriques (Altieri, 2018; Gliessman, 2014). La diversification agroécologique renforce également la résilience écologique et socioéconomique, notamment par la création de nouvelles opportunités de marché (Wezel *et al.*, 2009). La cocréation et le partage des connaissances sont centraux dans la mise en œuvre de pratiques agricoles durables et dans le renforcement des capacités d'adaptation à l'égard des changements climatiques. La prise en considération de la biodiversité agricole, de l'expérience de gestion agricole en montagne ainsi que des connaissances relatives aux marchés et aux institutions est essentielle dans ce processus. L'agroécologie souligne l'importance des partenariats, de la coopération et de la gouvernance responsable, en impliquant les acteurs à toutes les échelles décisionnelles (FAO, 2019). Les systèmes agroécologiques diversifiés sont plus résistants et ont une plus grande capacité à se remettre des perturbations en reprenant la complexité fonctionnelle des écosystèmes naturels (Nair, 2017). En effet, les terres sous SAF sont moins exposées et moins sensibles aux phénomènes météorologiques extrêmes tels que la sécheresse, les inondations ou les vents violents, et augmentent la résistance aux attaques de parasites et de maladies. Grâce à la diversification et à l'intégration de synergies, les producteurs réduisent leur vulnérabilité à perdre l'entièreté de leurs productions comparativement aux monocultures, ce qui peut également améliorer la résilience socioéconomique (Wezel *et al.*, 2009). L'intégration de synergies biologiques peut améliorer les fonctions écologiques de l'écosystème, ce qui conduit à une plus grande efficacité et résilience dans l'utilisation des ressources. La fixation biologique de l'azote par les légumineuses contribue à assurer la santé des sols et à augmenter la disponibilité de l'azote pour les autres végétaux (Altieri, 2018). Un SAF composé d'arbres dont les racines vont plus profondément dans le sol réduit la compétitivité avec les cultures annuelles pour les ressources nutritives et hydriques dans la couche superficielle (Gliessman, 2014; FAO, 2019). Avec une diversité accrue, les synergies induites entre les différentes composantes du système augmentent l'efficacité de l'utilisation des ressources naturelles qui sont abondantes et gratuites. Le rayonnement solaire, le carbone atmosphérique et la fixation de l'azote sont des exemples de ressources (FAO, 2019). En améliorant les processus biologiques et en recyclant la biomasse, les nutriments et l'eau, les producteurs seront moins dépendants de ressources externes, ce qui réduira les coûts et les effets négatifs de leur utilisation sur l'environnement (Leménager & Ehrenstein, 2016). De plus, la promotion de ce type de synergies au sein du système alimentaire permet d'améliorer la gestion des compromis et d'augmenter l'autonomie des producteurs. Le recyclage peut avoir lieu à l'échelle de l'exploitation agricole ou du paysage grâce à la diversification et à la création de synergies entre les différentes parcelles ou activités de commercialisation (FAO, 2019).

Pour les caractéristiques contextuelles, l'agroécologie repose sur un mode de production agricole à forte intensité de connaissances, respectueux de l'environnement, socialement responsable et qui dépend d'une main-d'œuvre qualifiée (FAO, 2019). Au cours de la transition agricole, les agriculteurs ont l'opportunité d'acquérir de nouvelles connaissances et donc, de bonifier leurs compétences. En renforçant l'autonomie et les capacités d'adaptation des agriculteurs, l'approche agroécologique a pour objectif de permettre aux communautés de surmonter la pauvreté, la faim et la malnutrition, tout en promouvant les droits de l'homme.

Les plus importants sont le droit à l'alimentation et le droit à un environnement sain et prospère pour les communautés locales et les générations futures (Leménager & Ehrenstein, 2016; FAO, 2019). Pour remédier aux inégalités sociales, particulièrement entre les sexes, la diversification des cultures et la mise en place de nouvelles opportunités de commercialisation constituent un levier d'action. L'adaptation du mode de culture permet d'instaurer des solutions pour bonifier les sources d'emplois décents. Les femmes constituent une main-d'œuvre importante et jouent un rôle essentiel dans la santé, la sécurité et la diversité alimentaire des ménages ainsi que dans la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique (FAO, 2019). De plus, les jeunes vivant en milieu rural sont confrontés à une crise de l'emploi. Ces jeunes possèdent une énergie et un désir de changer positivement leur environnement, mais manquent de soutien et d'opportunités (FAO, 2019; Wezel *et al.*, 2009). L'identité culturelle et le sentiment d'appartenance à un lieu sont souvent étroitement liés aux paysages et aux systèmes alimentaires (Altieri, 2018; Gliessman, 2014). L'agriculture et l'alimentation font partie intégrante du patrimoine humain. Cependant, dans de nombreux cas, nos systèmes alimentaires actuels ont créé une déconnexion entre les habitudes alimentaires et la culture (FAO, 2019). Comme les personnes et les écosystèmes ont évolué ensemble, les pratiques culturelles et les connaissances traditionnelles offrent une richesse d'expérience qui peut inspirer des solutions agroécologiques (Altieri *et al.*, 2015; Nair, 2017). De cette manière, l'agroécologie cherche à cultiver une relation saine entre la communauté et la nourriture. Par conséquent, la culture et les traditions alimentaires jouent un rôle dans la société et dans le façonnement du comportement collectif. En tant que paradigme ascendant pour un développement rural durable, l'agroécologie permet aux communautés locales de devenir leurs propres agents de changement (Gliessman & Rosemeyer, 2009; FAO, 2019).

Des mécanismes de gouvernance transparents, responsables et inclusifs sont nécessaires pour créer un environnement favorable à la transformation des systèmes agricoles par les agriculteurs (Altieri *et al.*, 2015; FAO, 2019). La majorité des populations rurales vulnérables dépendent de la biodiversité et des services écosystémiques pour leur subsistance. Un accès équitable à la terre et aux ressources favorise les investissements à long terme nécessaires à la protection des sols, de la biodiversité et des fonctions écosystémiques (FAO, 2019). Les approches agroécologiques favorisent des solutions équitables basées sur les besoins, les ressources et les capacités locales, créant ainsi des marchés plus équitables et durables (Gliessman & Rosemeyer, 2009). La reconnexion des producteurs et des consommateurs par le biais d'une économie circulaire et solidaire doit privilégier les marchés locaux et soutenir le développement économique local. Le renforcement des circuits alimentaires courts peut augmenter les revenus des producteurs tout en maintenant un prix équitable pour les consommateurs (FAO, 2019). La refonte des systèmes alimentaires sur la base des principes de l'économie circulaire peut aider à relever le défi du gaspillage alimentaire en rendant les chaînes de valeur alimentaire plus courtes et plus efficaces sur le plan de l'utilisation des ressources disponibles (Leménager & Ehrenstein, 2016; FAO, 2019). À la figure 2.1, les interconnexions entre les éléments agroécologiques discutés dans cette section sont présentées afin d'exposer leur interdépendance.

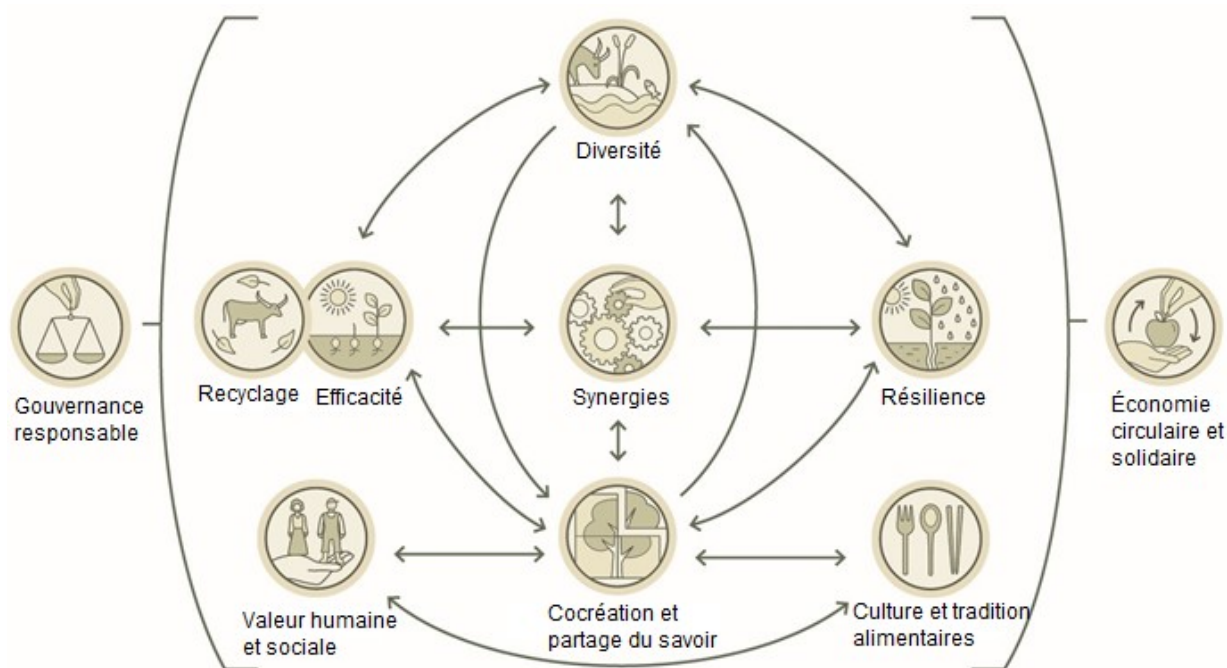


Figure 2.1 Interconnexion des 10 éléments de l'agroécologie pour une transition vers un système agricole et alimentaire durable

Source : FAO (2019), p. 12

2.3. Dimensions clés de l'agroécologie

Dans une perspective visant l'extension des pratiques agroécologiques pour l'atteinte des ODD de l'Agenda 2030, cinq dimensions clés ont été identifiées pour assurer une alimentation et une agriculture durables (FAO, 2019). Les dimensions clés ont été identifiées lors de l'atelier international d'experts sur l'évaluation multidimensionnelle de l'agroécologie s'étant déroulé entre le 8 et 9 octobre 2018 à Rome (FAO, 2018a). Chacune des dimensions est associée avec des critères de performance découlant des indicateurs associés aux ODD afin de favoriser la transition vers un mode d'exploitation plus durable.

Ces dimensions clés sont stratégiques dans l'encadrement du processus décisionnel pour assurer une transition agroécologique du système alimentaire haïtien dans les montagnes du Nord-Est. Les critères sélectionnés sont associés à une méthode d'évaluation visant à définir la performance du système. Cette évaluation peut être effectuée autant à l'échelle de l'exploitation et du paysage qu'à l'échelle nationale. Chaque critère pris individuellement ne fournit pas une évaluation détaillée dans la dimension principale qu'il aborde. En outre, un critère peut aborder plusieurs dimensions. Toutefois, les critères fondamentaux représentent un cadre multidimensionnel qualitatif et quantitatif pour l'agriculture qui va au-delà de la mesure des performances basée uniquement sur le rendement ou le revenu (Altieri *et al.*, 2015; FAO, 2019). Cette approche permet d'insérer le contexte systémique dans lequel l'agriculture opère de manière à identifier les dimensions à prioriser pour la transition agroécologique. De plus, l'une des recommandations

majeures émises par le groupe d'experts est que la méthode d'évaluation sélectionnée doit demeurer simple, rapide à réaliser et accessible pour l'ensemble des parties prenantes (FAO, 2018a). Pour s'assurer que l'outil soit utile pour la communauté de la zone d'intervention et pour bien répondre aux contraintes relatives à l'acquisition des données, seulement les dix critères fondamentaux sont utilisés. En raison du contexte de la pandémie mondiale de la COVID-19, la réalisation de ses travaux à plus grandes échelles est plus contraignante et doit être adaptée aux limitations visant à faire respecter les bonnes pratiques de santé publique.

Au tableau 2.2, la méthode générale d'évaluation de la performance (FAO, 2019) pour chacun des critères sélectionnés est présentée et mise en relation avec les indicateurs des ODD. Chacune des méthodes d'évaluation définie dans le tableau constitue les bases du questionnaire présenté à l'annexe 4. L'adaptation du questionnaire de la FAO (2019) a été effectuée avec l'aide du partenaire haïtien en fonction des données accessibles pour évaluer la performance agroécologique des différents systèmes. Les données utilisées ont été recueillies par la collaboration avec l'IRATAM en plus de s'appuyer du travail de Dinelle (2018). Les résultats obtenus constituent les bases afin d'orienter les actions à entreprendre pour augmenter la durabilité de l'agroécosystème dans les montagnes du Nord-Est. Les données présentées dans ce travail devront être révisées par les agriculteurs pour assurer la cohérence des résultats au contexte local. De plus, il sera possible de refaire l'évaluation périodiquement afin de suivre l'évolution de la transition agroécologique, de s'assurer d'intégrer les agriculteurs dans le processus décisionnel et de leur permettre de développer de nouvelles compétences et connaissances.

Tableau 2.2 Présentation des critères fondamentaux de performance et de la méthode d'évaluation visant à identifier les besoins pour la transition agroécologique

Dimension	Critères fondamentaux de la performance	Méthode d'évaluation par questionnaire	Indicateur ODD
Gouvernance	Sécurité du régime foncier	Type de régime foncier : propriété, bail + durée, verbal, non explicite	1.4.2 2.4.1 5.a.1
	Productivité	Valeur de la production agricole par hectare	2.3.1 2.4.1
Économie	Revenu	Perception de l'évolution du revenu et comparaison au revenu moyen national	1.1.1 1.2.1 1.2.2 2.3.2 2.4.1 10.2.1
	Valeur ajoutée	PIB agricole national par travailleur agricole	10.1.1 10.2.1

Modifié de : FAO (2019) p.25

Traduction libre

Tableau 2.2 Présentation des critères fondamentaux de performance et de la méthode d'évaluation visant à identifier les besoins pour la transition agroécologique (suite)

Dimension	Critères fondamentaux de la performance	Méthode d'évaluation par questionnaire	Indicateur ODD
Santé et nutrition	Exposition aux pesticides	Quantité appliquée, zone, toxicité et existence d'équipements et de pratiques d'atténuation des risques	3.9.1
			3.9.2
			3.9.3
	Diversité alimentaire	Diversité alimentaire minimale pour les femmes (FAO et FHI 360, 2016)	2.1.1
			2.1.2
			2.2.1
			2.2.2
Société et culture	Renforcement de l'autonomie des femmes	Indice abrégé du renforcement de l'autonomie des femmes dans l'agriculture, A-WEAI (IFPRI, 2012)	2.4.1
			5.a.1
			5.a.2
Environnement	Opportunité d'emploi pour les jeunes	Accès à l'emploi, à la formation, à l'éducation ou à la migration	8.6.1
	Biodiversité agricole	Importance relative des variétés de cultures, des races de bétail, des arbres et des environnements semi-naturels dans les exploitations agricoles	2.4.1 2.5.1
	Santé du sol	Adaptation de la méthode agroécologique rapide et adaptée aux agriculteurs de la SOCLA pour évaluer la santé des sols (Nicholls <i>et al.</i> , 2004)	2.4.1
			15.3.1

Modifié de : FAO (2019) p.25

Traduction libre

2.4. Approche agroécologique

L'approche agroécologique est fondamentalement distincte des autres approches de développement durable. Elle repose sur l'approche ascendante à plus petite échelle. L'objectif étant de trouver des solutions afin de répondre au contexte et aux problématiques locaux (FAO, 2019). Plus spécifiquement, l'agroécologie est considérée comme étant une approche systémique permettant de mettre en relation un ensemble de savoirs scientifiques, dont l'agronomie et l'écologie, au mouvement politique paysan ainsi qu'aux différentes pratiques et techniques agricoles (Wezel *et al.*, 2009). La cocréation de connaissances est centrale et permet l'association des connaissances scientifiques aux traditions, à l'expérience et aux savoirs locaux des agriculteurs (Altieri *et al.*, 2015; FAO, 2018b). L'objectif est d'accompagner les agriculteurs dans le développement de leur autonomie et d'augmenter leurs capacités d'adaptations. De ce fait, les producteurs et leur communauté sont identifiés comme étant des agents de changement clés avec l'approche agroécologique. La démarche proposée par la FAO (2019) en quatre étapes est définie dans les paragraphes sous-jacents et s'appuie sur les outils didactiques de Altieri *et al.* (2015) pour la conception, la gestion et l'évaluation des systèmes agricoles résilients.

La première étape consiste à décrire le système de production agricole et le contexte dans lequel il opère. Les principales caractéristiques sociale, économique et environnementale du système sont exposées à partir d'informations tirées de la littérature d'organisations gouvernementales ou des organismes d'intervention œuvrant dans le secteur agricole. Une autre partie des informations est obtenue à l'aide de la collaboration avec l'IRATAM et acquise dans les étapes préliminaires à ce travail tel que le diagnostic systémique de Dinelle (2018). Ces informations sont présentées dans les deux prochains chapitres afin de définir les éléments nécessaires à la caractérisation de la transition agroécologique.

La deuxième étape permet d'identifier les besoins relatifs à la transition agroécologique grâce à la caractérisation du système de production agricole. Les dix éléments agroécologiques définis par la FAO (2018a) sont utilisés comme critères pour établir les indices semi-quantitatifs du système de production alimentaire actuel. Pour chacun des indices définis, l'échelle utilisée est de type descriptive dont la notation est comprise entre 0 et 4. L'utilisation du diagnostic systémique de Dinelle (2018) et des entrevues dirigées avec l'équipe de l'IRATAM ont permis l'évaluation des besoins relatifs à la transition envisagée. Les indices de chacun des éléments ont été pondérés pour obtenir les résultats de la caractérisation de la transition agroécologique. Cette évaluation permettra d'orienter la revue de littérature relative à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti.

La troisième étape permet l'évaluation de la performance des systèmes agricoles sur la base de cinq dimensions fondamentales pour atteindre les ODD identifiées par la FAO (2019). Cette évaluation permettra d'identifier les priorités relatives à l'adaptation et à la transition des pratiques agricoles. Plus particulièrement, les critères utilisés pour évaluer la performance des systèmes permettent d'obtenir des données harmonisées pour l'ensemble de la zone d'intervention. L'obtention des résultats suite aux entrevues avec les intervenants de l'IRATAM sur les bases du questionnaire présenté à l'annexe 4 permettra d'orienter les recommandations de mise en pratique. Pour ce faire, l'interprétation des résultats est normalisée sous une échelle de durabilité allant de 0 à 5 en accord avec la méthode d'évaluation présentée au tableau 2.2. Les besoins d'actions correctives sont ainsi mis en lumière afin de procéder aux recommandations.

La dernière étape consiste à mettre en évidence les forces et les faiblesses du système de production alimentaire afin de sélectionner des actions correctives visant à bonifier la durabilité des exploitations agricoles. Cette étape devra être effectuée subséquemment à ce travail et doit être réalisée avec la participation de la communauté agricole. L'interprétation des résultats devrait mener à l'identification des compromis ou des synergies entre les éléments de l'agroécologie et le fonctionnement du système alimentaire actuel selon les besoins et les désirs des agriculteurs. Pour ce faire, trois lignes directrices sont identifiées. Tout d'abord, il est essentiel de vérifier l'adéquation et la performance du cadre d'analyse utilisé en fonction du contexte de la section communale où seront mises en application les nouvelles pratiques agricoles. Ensuite, il est nécessaire de confirmer ainsi que de réviser les résultats de l'analyse et des étapes

précédentes afin d'identifier les synergies et les compromis de première nécessité. Finalement, il est incontournable d'utiliser des outils permettant de suivre l'évolution du progrès de la transition agroécologique à dessein d'exposer les bénéfices et les nécessités d'amélioration continue.

En bref, ce travail propose un cadre à la transition et l'adaptation du secteur agricole où les agriculteurs constituent l'acteur de changement prioritaire. Par la suite, l'IRATAM pourra accompagner les agriculteurs dans la caractérisation de leur propre parcelle agricole sur les bases de cette approche. La participation des agriculteurs dans la réalisation de l'évaluation de la performance de leur exploitation permet de les accompagner dans l'identification des actions correctives et de concrétiser les bénéfices au fil du temps. La démarche proposée par la FAO (2019) est mise en relation avec le projet *Jaden nou se vant nou* au tableau 2.3.

Tableau 2.3 Cadre méthodologique et analytique pour une transition agroécologie en accord avec le projet *Jaden nou se vant nou*

Méthodologie	Relation avec le projet
<i>Étape 1 : Description du système et du contexte</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – Enjeux systémiques d'adaptation (Dinelle, 2018) – Groupe de travail consultatif avec l'IRATAM 	Collecte d'information primaire et secondaire : <ul style="list-style-type: none"> – Description du territoire (Chapitre 3); – Enjeux systémiques d'adaptation (Chapitre 4).
<i>Étape 2 : Caractérisation de la transition agroécologique (CAET)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – Groupe de travail technique avec l'IRATAM – Questionnaires CAET (Annexe 3) 	Décrire l'état actuel de l'agriculture : <ul style="list-style-type: none"> – Appui sur les 10 éléments de l'agroécologie avec des échelles descriptives; – Adaptation des pratiques agricoles (Chapitre 5).
<i>Étape 3 : Critère de performance</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – Groupe de travail technique avec l'IRATAM – Adaptation des critères de performance – Questionnaire évaluation (Annexe 4) 	Mesure du progrès et quantification des impacts : <ul style="list-style-type: none"> – Aborder 5 dimensions clés pour les décideurs et les ODD; – Performance et transition du système agricole (Chapitre 6); – Proposition d'un modèle d'analyse et de transition.
<i>Étape 4 : Analyse et interprétation participative</i>	
<ul style="list-style-type: none"> – Révision du cadre analytique – Intervention terrain de l'IRATAM avec les agriculteurs – Groupe de discussions avec les agriculteurs pour l'identification des composantes désirées de l'SAF 	Réviser les résultats de CAET et intégrer en fonction du contexte de la section communale Revoir les résultats de performance et expliquer selon CAET Analyser la contribution de l'adaptation des pratiques en relation avec les ODD

Inspiré de : FAO (2019), p. 11

Chapitre 3

Portrait du territoire du département du Nord-Est

La description du territoire effectuée dans ce chapitre présente les bases physiques du territoire sur lequel l'agroforesterie devrait être développée. À moins d'indications contraires, les informations présentées proviennent principalement du *Plan d'action départemental pour l'environnement et le développement durable du Nord-Est* (PNUD, 2006). Les données présentées datent d'avant 2006, attribuables à la disponibilité limitée ou à l'absence de données scientifiques plus récentes. De ce fait, l'utilisation de données plus récentes et spécifiques au secteur agricole dans les montagnes du département du Nord-Est d'Haïti est plus difficilement réalisable au moment de la rédaction de ce document.

3.1. Limites administratives

La République d'Haïti est localisée sous la limite du 20^e parallèle de latitude nord dans les Antilles et occupe le tiers occidental de l'île d'Hispaniola. Le pays est divisé en dix départements non autonomes avec comme capitale nationale Port-au-Prince. Identifiable à la figure 3.1, la zone d'intervention de l'IRATAM est située dans le département du Nord-Est. Le territoire est délimité au nord par l'océan Atlantique, à l'est par la frontière avec la République Dominicaine et au sud et à l'ouest respectivement par les départements du Centre et du Nord. La superficie terrestre du département est évaluée à 1630 km² et de 550 km² pour la partie marine. Le chef-lieu du département est Fort-Liberté et le plus grand centre urbain à proximité est la ville de Cap-Haïtien (CIAT, 2012).



Figure 3.1 Divisions administratives de la République d'Haïti

Source : Ministère de la Planification et de la Coopération externe de la République d'Haïti [MPCE] (2012), p.2

Le département du Nord-Est est divisé en quatre arrondissements, soit : Trou-du-Nord, Fort-Liberté, Vallières et Ouanaminthe. Chaque arrondissement est divisé en communes qui, elles, regroupent les sections communales. Les communes situées dans les montagnes où l'IRATAM et ses partenaires désirent implanter un SAF sont présentées à la figure 3.2. Les cinq communes visées sont Sainte-Suzanne, Vallières, Mombin-Crochu, Carice et Mont-Organisé. La zone d'intervention de l'IRATAM ne se limite pas seulement aux montagnes. Par contre, comme le contexte biophysique est distinct pour les autres communes, elles ne seront pas considérées dans le cadre de ce travail.

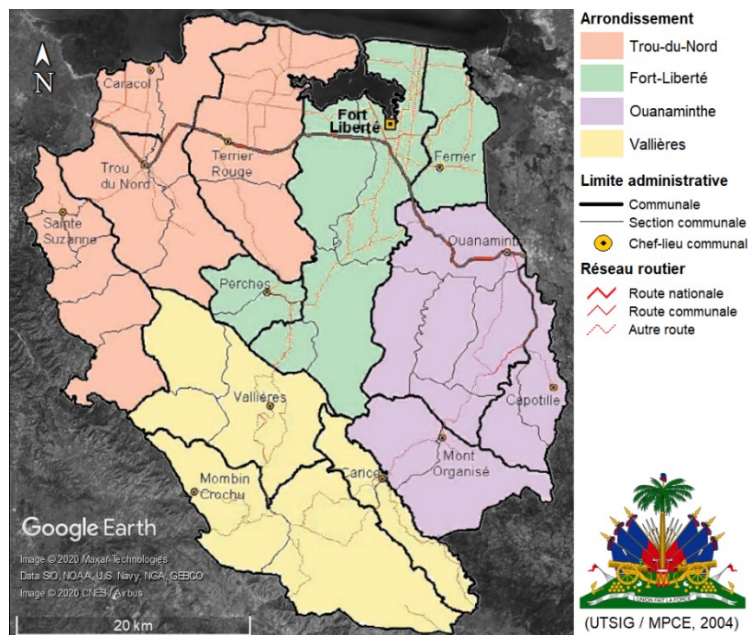


Figure 3.2 Divisions administratives du département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : PNUD (2006), p.31

En 2015, la population du Nord-Est était estimée à 393 967 habitants dont près de 52 % vivaient en zone rurale (Institut haïtien de la statistique et de l'informatique [IHSI] & Direction des statistiques démographiques et sociales [DSDS], 2015). La densité moyenne dans le département est d'environ 232 habitants par km² et les centres de plus forte densité sont situés en majorité à proximité de la route nationale (CIAT, 2012; IHSI & DSDS, 2015). Les communes les plus densément peuplées sont Ouanaminthe, Trou-du-Nord et Capotille avec une moyenne de 415 habitants par km². Ces trois communes couvrent près de 25 % du territoire et représentent environ 43 % de la population du département. Les montagnes constituent la plus grande partie de la zone rurale du département. L'accessibilité aux communes dans les montagnes est limitée puisque les routes sont grandement accidentées (CIAT, 2012; MARNDR, 2011). Pour ce qui est des communes de Carice, Sainte-Suzanne et Mont-Organisé, la densité moyenne est de 215 habitants par km², soit près de 16 % de la population sur près de 18 % du territoire. Finalement, les communes de Mombin-Crochu et de Vallières sont dans les moins densément peuplées avec environ 150 habitants par km², ce qui représente plus de 14 % de la population qui sont dispersés sur près de 22 % du territoire.

3.2. Description physiographique

Dans le département du Nord-Est, le paysage y est diversifié avec trois zones distinctes, soit : la côte, les plaines et les montagnes. Ces zones sont divisées en quatre régions physiographiques. La première est la bande marine atlantique qui se retrouve dans la zone côtière. La deuxième est la portion orientale de la Plaine du Nord avec le prolongement de la Vallée du Cibao en République dominicaine. Cette région couvre principalement la zone des plaines avec la partie terrestre de la zone côtière. La troisième et quatrième région physiographique sont situées dans la zone des montagnes. La plus grande région est la partie orientale du Massif du Nord et le prolongement de la Cordillère Centrale. La dernière région est constituée du Plateau Central où se retrouve la commune de Mombin Crochu. Le relief montagneux présenté à la figure 3.3 couvre une superficie approximative de 660 km², soit près de 40 % du territoire du département du Nord-Est. À l'échelle du département, il est évalué que les pentes de plus de 30 % couvrent près du tiers du territoire. Un plus grand risque d'érosion est généralement associé avec les paysages très escarpés, particulièrement lorsque ceux-ci ont été déboisés. La commune de Sainte-Suzanne possède le point de plus basse altitude à environ 330 m au-dessus du niveau de la mer. Cette commune possède des sommets s'élevant à plus de 500 m. Pour les communes de Vallière et de Mombin-Crochu, l'altitude la plus basse est respectivement de 515 m et de 535 m. Les sommets peuvent y atteindre plus de 1000 m. Pour les communes de Carice et de Mont-Organisé, un plateau est présent sur la majorité du territoire avec une altitude moyenne variant entre 600 m et 700 m. Et les plus hauts sommets retrouvés en périphérie des communes peuvent atteindre les 1000 m.

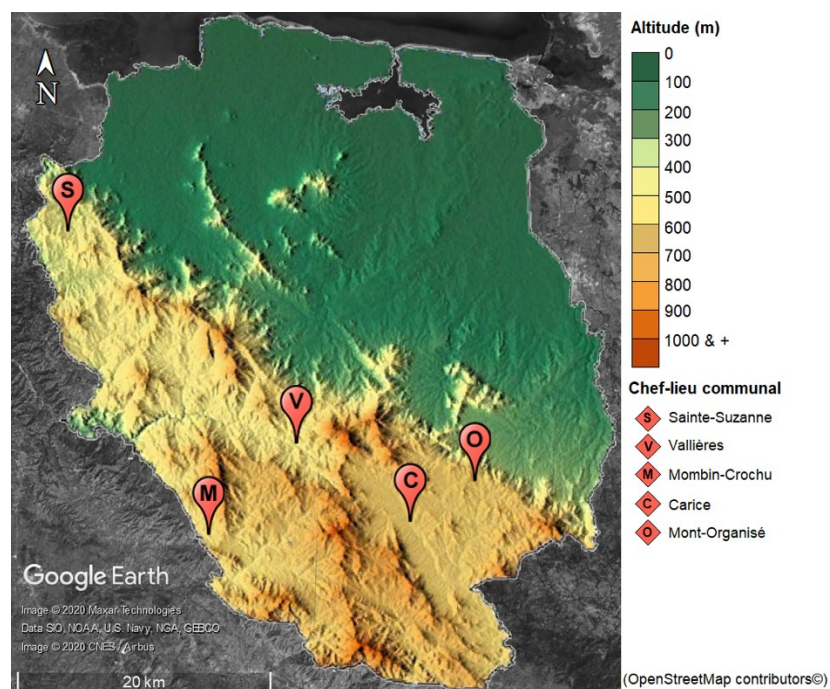


Figure 3.3 Topographie du territoire du département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : OpenStreetMap contributors (2017)

3.3. Description des conditions climatiques

Dans le département du Nord-Est, les conditions climatiques sont diverses et différents facteurs expliquent la diversité de climat présent sur le territoire. Les variations annuelles de température sont influencées par les grands systèmes climatiques de l'Amérique du Nord ainsi que la topographie du territoire. Quant au cycle des précipitations en Haïti, l'étude de Moron *et al.* (2015) montre que les variabilités intra et inter annuelles sont peu cohérentes avec leur environnement spatial. Le paysage escarpé, la zone littorale ainsi que les eaux chaudes de la mer des Caraïbes dont la température en surface est supérieure à 27 °C entre les mois de mai et décembre, expliquent partiellement la variabilité annuelle des précipitations. Le facteur principal est déterminé par l'intensité des vents de basse altitude provenant de la mer des Caraïbes. La variation annuelle de la vitesse des vents est le reflet d'un minimum de quatre processus différents qui influencent la pluviométrie au courant de l'année.

L'intensité des vents de basse altitude est grandement influencée par l'anticyclone de l'Atlantique Nord et le déplacement de son centre entre les Bermudes et les Açores. Le premier processus survient entre les mois de décembre et février, lorsqu'un creux barométrique se forme à proximité de la côte des Açores (Moron *et al.*, 2015). Dès lors, les vents océaniques transportent de l'air sec sur le territoire haïtien. Dans les montagnes du Nord-Est, ce processus explique la baisse de la pluviométrie mensuelle sous la barre des 100 mm (Jury *et al.*, 2007). Le deuxième processus survient entre les mois de mai et septembre et est provoqué par une différence de pression entre l'air tropical provenant du Pacifique et celui provenant de l'Atlantique Nord (Moron *et al.*, 2015). À cette période, le centre de l'anticyclone s'est déplacé à proximité des Bermudes. Les vents dominants dans les montagnes du Nord-Est sont alors les alizés océaniques. Ces vents chauds et humides transportent l'air tropical du nord-est vers le sud-ouest jusqu'à une altitude pouvant atteindre 2000 m. La résultante est l'avènement de la première saison de pluie entre les mois de mai et juin (Jury *et al.*, 2007). Le troisième processus est le couplage local entre les températures des eaux de surface dans la mer des Caraïbes et la vitesse des courants-jets de basse altitude (Moron *et al.*, 2015). Ce phénomène est la résultante du déplacement des eaux plus chaudes des Caraïbes vers le nord en direction du Mexique. Ce processus a lieu durant la saison cyclonique entre les mois d'août et octobre et donne lieu à la deuxième saison de pluie (Jury *et al.*, 2007). Durant cette période, les vents dominants sur le Nord-Est proviennent de l'est. Ces vents froids sont particulièrement présents en haute altitude. De ce fait, les mornes d'altitude vont davantage ressentir une baisse de la température et vont recevoir plus de pluie que les communes situées à plus basse altitude. Le dernier processus est observable entre les mois d'octobre et de novembre lorsqu'une anomalie anticyclonique se forme à l'est-nord-est d'Haïti (Moron *et al.*, 2015). Durant cette période, les nordés deviennent les vents dominants. Les nordés sont des vents qui soufflent du nord vers le sud et donnent lieu à une deuxième saison de pluie entre les mois d'août et novembre.

De manière générale, plus l'on est au nord du département et plus les conditions sont arides. Et plus l'on progresse vers le sud et en altitude, plus le climat est humide, à l'exception du microclimat semi-aride de

Mombin-Crochu. Plus spécifiquement, la zone aride est située à proximité de la zone côtière alors que le climat dans les plaines est semi-aride avec une zone humide en piémont. Dans les montagnes, le climat des communes de plus basse altitude, situées plus au nord du département comme Sainte-Suzanne et Vallières, y est majoritairement humide avec une zone très humide retrouvée à plus haute altitude. Tout au sud du département, la zone climatique prédominante est la zone très humide, aussi appelée morne d'altitude. La répartition des zones climatiques présentes dans le département est illustrée à la figure 3.4.

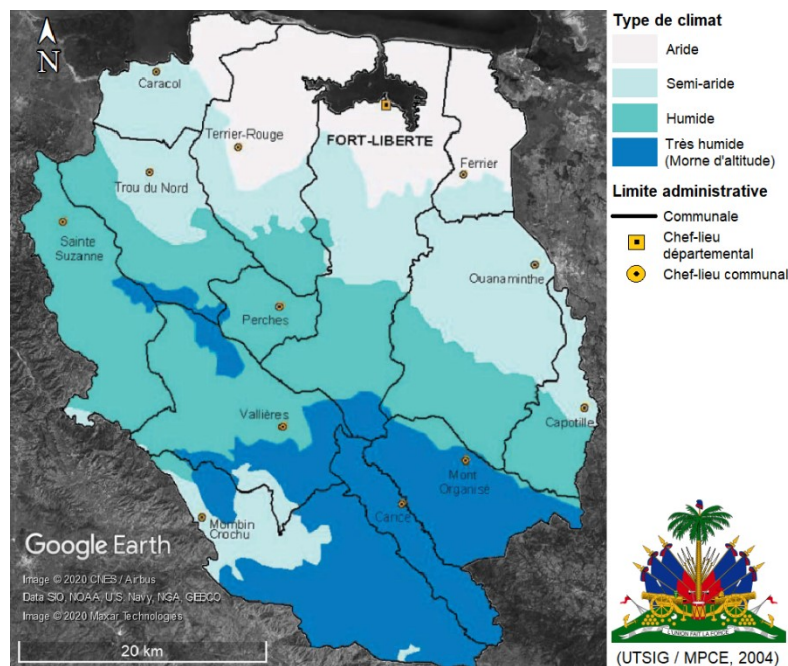


Figure 3.4 Répartition des zones climatiques dans le département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : PNUD (2006), p.35

À la figure 3.5, la tendance moyenne de variations mensuelles des températures et des précipitations dans les montagnes est présentée. La température annuelle moyenne varierait entre 22,7 et 23,9 °C pour l'ensemble de la zone montagneuse. Les plus basses températures sont enregistrées en janvier avec une moyenne se situant entre 20,7 et 21,8 °C. Les plus hautes températures sont enregistrées en août avec une moyenne entre 24,2 et 25,6 °C. Les températures les plus élevées sont enregistrées dans la commune de Sainte-Suzanne et les plus basses dans la commune de Mont-Organisé. Pour le cycle des précipitations, la moyenne annuelle pour les montagnes est d'environ de 1880 mm. La commune ayant la pluviométrie la plus basse est Mombin-Crochu avec environ 1808 mm. C'est environ 200 mm de moins que la pluviométrie de Mont-Organisé où elle est la plus importante dans le département du Nord-Est. Les mois les plus secs sont de novembre à mai avec une moyenne mensuelle de 102 mm. Dans le cas du microclimat de Mombin-Crochu, c'est environ 5 mois consécutifs avec une moyenne mensuelle inférieure à 100 mm. Par opposition, la commune de Sainte-Suzanne serait celle qui en recevrait le plus avec une moyenne mensuelle d'environ 115 mm. Entre les mois de mai et novembre, deux saisons de pluie distinctes sont identifiables, soit de mai

à juin ainsi que d'août à octobre. Pour ces périodes, la moyenne mensuelle des précipitations est d'environ 212 mm. La commune recevant en moyenne le moins de précipitation est Sainte-Suzanne avec 190 mm contre 238 mm pour la commune de Vallière.

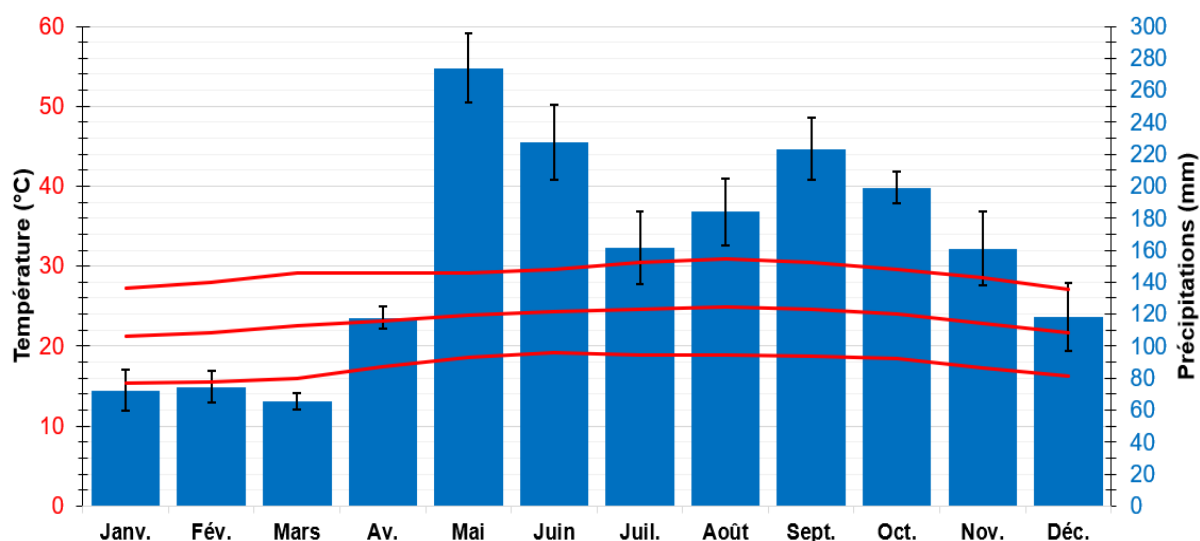


Figure 3.5 Diagramme climatique des moyennes mensuelles des températures et des précipitations dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : Climate-Data (2020)

Le climat et les caractéristiques physiographiques du territoire ont une grande influence sur l'écologie de la région et la répartition des espèces cultivables sur le territoire. Les montagnes sont une des zones du département où la pluviométrie est la plus élevée et dont les températures annuelles sont les plus basses. Au tableau 3.1, les données permettent d'apprécier plus précisément les différences climatiques entre les cinq communes incluses dans la zone d'intervention.

Tableau 3.1 Présentation des données climatiques pour chaque commune des montagnes du département du Nord-Est d'Haïti

Commune	Arrondissement	Zone climatique	Température (°C)		Pluviométrie (mm)	Altitude (m)
			moy.	[min-max]		
Sainte-Suzanne	Trou-du-Nord	Humide	24,2	[16,8-31,0]	1833	335
Vallières	Vallières	Humide	23,3	[15,2-31,2]	2036	517
Mombin-Crochu	Vallières	Semi-aride	23,2	[15,1-30,9]	1808	551
Carice	Vallières	Morne	23,1	[14,9-31,0]	1868	615
Mont-Organisé	Ouanaminthe	Morne	22,7	[14,6-30,7]	1849	669

Source : Climate-Data (2020) & PNUD (2006)

3.4. Description de l'hydrologie

Les eaux de surface du département du Nord-Est sont composées d'un réseau de cours d'eau permanents évalué à 376 km et de 1223 km pour les cours d'eau temporaires. L'écoulement des eaux dans le réseau

temporaire a lieu principalement durant les saisons de pluies ainsi que lors d'évènements de précipitation intense de courte durée. Le volume d'eau qui s'infiltre dans les sols ou qui ruisselle dépend de la pente, la composition des sols, la pluviométrie ainsi que la qualité et la densité de la couverture végétale. Les principaux cours d'eau sont répartis dans trois grands bassins versants tels que présentés à la figure 3.6.

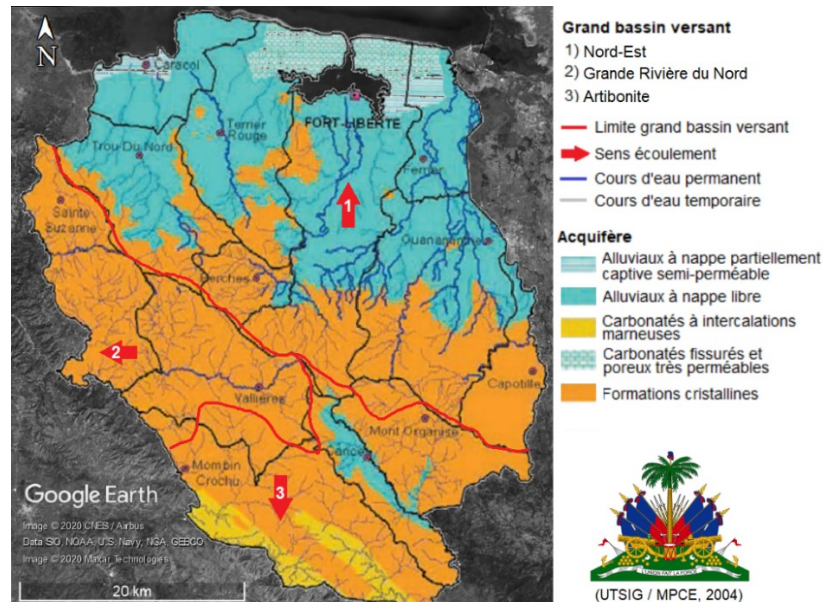


Figure 3.6 Répartition des grands bassins versants et des aquifères dans le département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : PNUD (2006), p.39

Le principal est le bassin versant du Nord-Est qui s'écoule de la face nord des montagnes jusqu'à la côte atlantique. Deux types d'aquifères y sont prédominants. Le premier type est les aquifères alluviaux à nappe libre ou semi-perméable présents sur approximativement 56 % du territoire contre 36 % sur des formations cristallines. Les deux autres grands bassins versants sont situés dans la zone des montagnes et s'écoulent vers d'autres départements. Le bassin versant de la Grande-Rivière du Nord s'écoule vers le département du Nord à l'ouest. Le cours d'eau le plus important est la Petite Rivière avec une superficie irriguée d'approximativement 20 ha. Le troisième est le bassin versant de l'Artibonite, l'où sont situés Mombin-Crochu, Carice et Mont-Organisé. Les eaux de ce bassin versant s'écoulent vers le département du Centre au sud. Le cours d'eau principal est la rivière Terre-Neuve dont la superficie irriguée est de 25 ha. Dans les montagnes, le type d'aquifère prédominant est sur formations cristallines ce qui constitue près de 90 % de la zone d'intervention. Dans la commune de Mombin-Crochu, un deuxième type d'aquifère est présent sur près du quart du territoire, soit des aquifères carbonatés à intercalations marneuses. Et pour la commune de Carice, le deuxième type est un aquifère alluvial à nappe libre sur près du tiers du territoire.

3.5. Occupation des sols

La formation géologique du département remonte au Crétacé, il y a environ 120 millions d'années. La majorité du territoire est composée de roches ignées. Dans la zone côtière et des plaines, l'altération de la roche mère et des coraux au Quaternaire ont permis de former des dépôts d'alluvions et de matériaux détritiques. La région physiographique du Massif du Nord est formée de roches volcaniques issues d'un bloc tectonique s'étant surélevé. Plus précisément, les différents types de roche dans les montagnes sont regroupés en quatre grandes classes lithologiques. La première grande classe est composée de diorites et tonalites qui sont retrouvées principalement dans les communes de Sainte-Suzanne et de Vallières. Cette formation lithologique occupe approximativement 44 % des montagnes et est généralement retrouvée en plus basse altitude. À partir d'environ 750 m, les andésites et rhyodacites, formant la deuxième classe de roches, occupent les sommets des montagnes et recouvrent environ 43 % de la zone d'intervention. Le troisième type de roche, soit une composition de flysch, de grès et de calcaires, est retrouvé sur le tiers du territoire de la commune de Mombin-Crochu en aval des montagnes au sud. Le dernier type de roche est retrouvé dans la commune de Carice au niveau du plateau et est formé d'alluvions et de matériaux détritiques. L'occupation des sols dans le département du Nord-Est est en grande partie à des fins agricoles pour la production vivrière et d'élevage. Les agriculteurs des montagnes du Nord-Est bénéficient d'un ensoleillement journalier variant entre 10 h 54 min au solstice d'hiver et 13 h 17 min au solstice d'été (Time and Date, 2020). Les terres de montagnes, généralement associées à la culture arborée, représentent 89 % de la zone d'intervention contre 11 % pour les terres agricoles. Par contre, l'occupation des sols montagneux à la figure 3.7 montre que la majorité des terres de montagnes ont été converties en exploitations agricoles.

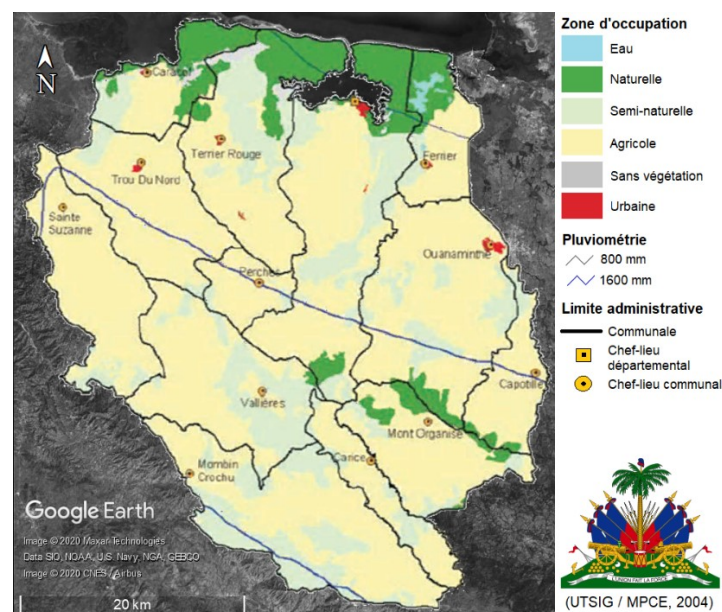


Figure 3.7 Principaux types d'occupation des sols dans le département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : PNUD (2006), p.42.

Dans les montagnes, l'exposition du paysage aux risques d'érosion n'est pas négligeable. Ce risque est généralement associé à l'importance des pentes. À cet égard, c'est environ 75 % du territoire montagneux qui présente des pentes supérieures à 30 %. À la figure 3.8 (A), il est possible de mettre en relation les risques d'érosion avec le relief montagneux. Il est évalué qu'environ 38 % des terres en montagnes présentent des risques graves, voire très graves, d'érosion comparativement à environ 9 % pour les plaines. Les terres constituant un risque d'érosion élevé sont majoritairement retrouvées dans les montagnes occupant près de 19 % de la zone d'intervention contre 6 % pour le reste du département. Finalement, les terres présentant les risques d'érosion les plus bas, soit moyen ou faible, s'étendent sur respectivement 20 % et 23 % des montagnes contre 10 % et 75 % des plaines.

À la figure 3.8 (B), il est possible d'observer la répartition des classes de potentialité agricole des sols dans le département. À cet effet, les zones où les risques d'érosion sont élevés, voire très graves, sont associées aux zones où la potentialité des sols est la plus faible. Ces deux éléments sont indissociables de la topographie du territoire. Plus précisément, il est estimé qu'entre 5 et 10 % du territoire dans les montagnes présentent une potentialité moyenne à excellente contre plus de 75 % dans la zone des plaines et côtière. Dans les montagnes, les zones où les pentes sont faibles, comme sur les plateaux, semblent disposer des sols ayant la potentialité agricole la plus élevée. En effet, les terres situées dans les communes de Carice et de Mont-Organisé sont à faible risque d'érosion sur environ 44 et 34 % de leurs territoires respectifs. Pour les zones présentant une potentialité des sols faible, elles correspondent en grande partie aux zones dont le risque d'érosion est moyen ou élevé. Pour ce qui est des zones ayant une potentialité limitée ou très limitée, elles tendent à correspondre aux zones où le risque d'érosion est grave ou très grave.

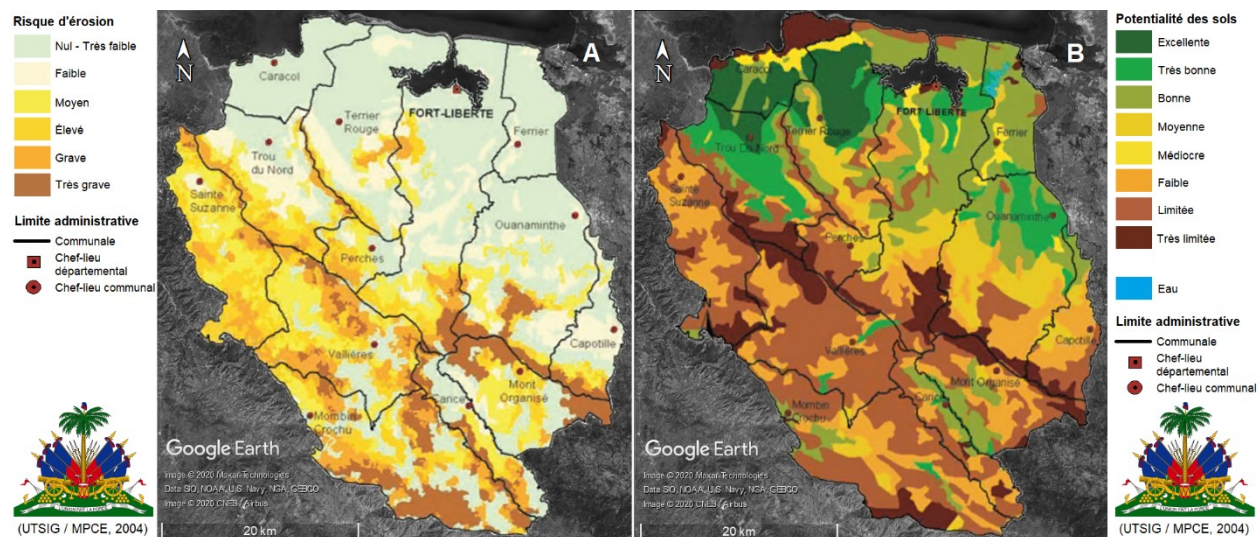


Figure 3.8 Répartition des zones comportant différents risques d'érosion (A) et de différentes classes de potentialité des sols (B) dans le département du Nord-Est d'Haïti

Modifié de : PNUD (2006), p. 33 & 43

3.6. Tendances futures

Dans le document *Haïti, Changements climatiques : données historiques et projections futures* produit par BID (2015), une analyse de la climatologie est présentée à partir des tendances historiques selon la période de référence allant de 1960 à 1990. Les projections sont effectuées à partir du modèle climatique régional (MCR) qui recoupe le territoire par grilles de 25 km². L'application du modèle prend en considération les différents scénarios d'émission de GES du GIEC. Les données sélectionnées dans cette section sont constituées des données spécifiques de chaque grille qui recoupe la zone des montagnes. Les données de température recueillies entre 1982 et 2010 à l'échelle nationale montrent que les températures maximales ont augmenté d'environ 0,10 °C/décennie et de 0,12 °C/décennie pour les températures minimales. Pour le département du Nord-Est, les températures annuelles moyennes projetées d'ici la fin du siècle avec un intervalle de confiance de 95 % sont présentées en rouge à la figure 2.9. Actuellement, la hausse de la température aurait atteint environ 1,39 °C et devrait atteindre 3,76 °C d'ici 2100. Le modèle climatique projette une diminution des précipitations annuelles qui aura lieu principalement durant les saisons de pluies, soit aux mois de mai, juin, septembre et novembre. Pour le reste de l'année, la projection n'indique pas de diminution significative des précipitations mensuelles moyennes, mais prévoit une réduction des épisodes de précipitations accompagnée d'une augmentation de leur intensité. Les projections des variations dans le régime des précipitations d'ici la fin du siècle sont présentées en bleu à la figure 3.9 avec son intervalle de confiance à 95 % par rapport à la période de référence. Actuellement, le volume des précipitations pour la zone des montagnes a diminué d'environ 3,58 % soit plus de 60 mm annuellement. Pour la fin du siècle, la réduction attendue de la pluviométrie est de 250 mm, soit environ 14,07 %.

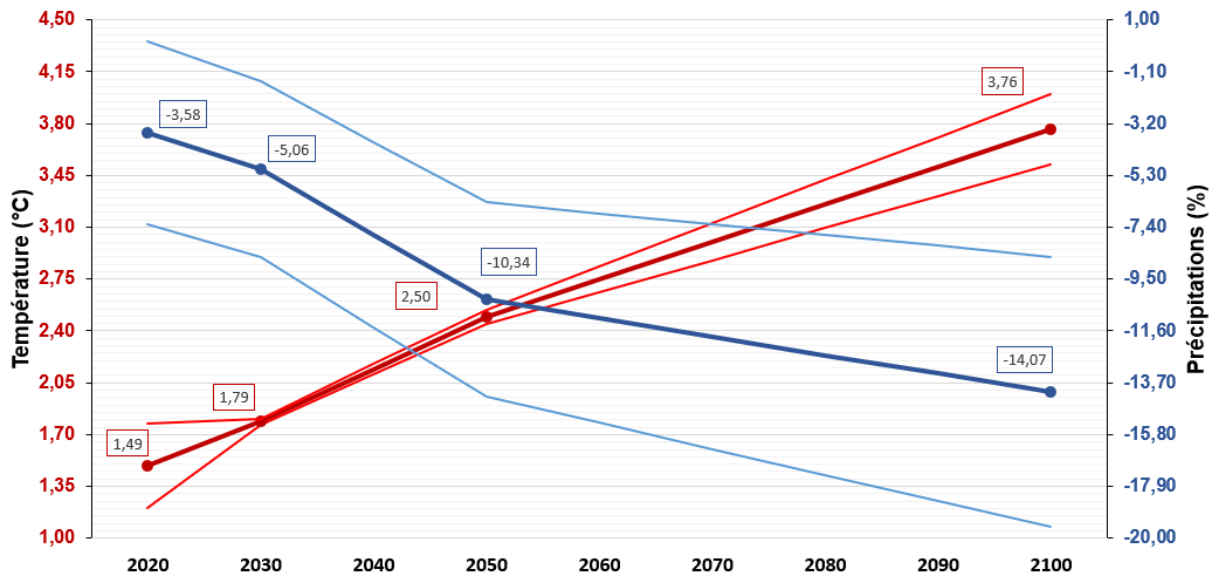


Figure 3.9 Projections des variations des températures et des précipitations annuelles moyennes d'ici la fin du siècle dans les montagnes du département du Nord-Est d'Haïti par rapport à la période de référence de 1960 à 1990

Source : BID (2015)

Chapitre 4

Enjeux systémiques à l'adaptation du secteur agricole

Depuis le début des années 2000, plusieurs projets de développement humain ont été réalisés en Haïti. En près d'une décennie, le taux national d'extrême pauvreté est passé de 31 à 24 % (Banque mondiale & Observatoire national de la pauvreté et de l'exclusion sociale [ONPES], 2014). Durant cette période, la réduction de la pauvreté est principalement due aux efforts dans les zones urbaines et les aires métropolitaines. Une baisse de l'incidence respective de 43 % et 75 % a été enregistrée, alors que l'incidence de la pauvreté en zone rurale n'a pas évolué. Les zones rurales compteraient pour plus de 80 % des Haïtiens se trouvant en situation d'extrême pauvreté. Une concentration plus élevée est retrouvée dans les départements du Nord-Est et du Nord-Ouest où l'incidence atteint près de 40 %, soit environ 20 % de la population haïtienne dans cette situation (Banque mondiale & ONPES, 2014). L'incidence élevée de la pauvreté dans les populations rurales a des conséquences sur la sécurité alimentaire. À titre comparatif, au niveau national, l'insécurité alimentaire affecterait plus de 38 % de la population en zone rurale, contre 12 % en zone urbaine et 5 % dans les aires métropolitaines (Banque mondiale & ONPES, 2014). Or, la majorité de la production agricole du système alimentaire haïtien est effectuée en zone rurale. La précarité de l'emploi et la dégradation de l'environnement limitent grandement les capacités d'adaptation des populations rurales (CISA & CNSA, 2010).

La pauvreté en Haïti est multidimensionnelle et demande d'entreprendre des actions axées sur le développement durable. Pour assurer les progrès en termes de réduction de la pauvreté, il est accepté que des efforts concertés doivent être pensés dans le but de renforcer les capacités des populations locales, d'augmenter et de protéger les moyens de subsistance ainsi que de générer davantage de revenus (Banque mondiale & ONPES, 2014; CISA & CNSA, 2010). En effet, la dégradation continue des sols et des écosystèmes met en péril la durabilité des systèmes de production alimentaire (Foley *et al.*, 2007; The Royal Society, 2009; Tschamntke *et al.*, 2005; Waldron *et al.*, 2017). La relation entre la pauvreté et l'insécurité alimentaire est bien souvent indissociable, et plus particulièrement, en situation d'instabilité climatique (GIEC, 2019). Lorsque les individus sont dépendants de l'agriculture comme moyen de subsistance, leur vulnérabilité est d'autant plus augmentée par les changements dans l'environnement et le climat (FAO *et al.*, 2019). La mise en place d'un SAF est vue comme un outil dans la lutte contre les effets des changements climatiques, la dégradation de l'environnement et l'insécurité alimentaire. Il est suggéré d'utiliser comme cadre de référence l'ODD 2, Faim « zéro », afin de favoriser l'adaptation des pratiques agricoles. En effet, la production alimentaire locale est fondamentale à la satisfaction des besoins de base via l'augmentation de l'accessibilité à la nourriture de qualité et en quantité suffisante. De plus, d'autres ODD touchant au respect de l'environnement, à l'adaptation climatique et à l'amélioration des conditions sociales, présentés à l'annexe 2, devraient être atteints.

La démarche du projet *Jaden nou se vant nou* de l'IRATAM ainsi que de ses partenaires s'inscrit dans cette optique. Un diagnostic systémique des enjeux d'adaptation des pratiques agricoles aux changements climatiques dans les montagnes du Nord-Est a été effectué. Le diagnostic réalisé par Dinelle (2018) avait pour but de recueillir des informations dans une perspective de renforcement des capacités des acteurs locaux. La réalisation d'entretiens semi-dirigés avec les différents acteurs du milieu agricole et plus particulièrement, les agriculteurs, a été centrale à l'identification des enjeux d'adaptation. L'identification de ces enjeux a été effectuée à partir de bases de données empiriques et secondaires. Ce diagnostic de la zone d'intervention s'inscrit dans les étapes préliminaires au développement de l'agroforesterie dans les montagnes du Nord-Est. L'approche préconisée dans ce travail se base sur l'agroécologie. Pour ce faire, il est nécessaire d'appliquer les concepts, les principes et les connaissances écologiques pour une zone donnée et de les intégrer dans la conception et la gestion durable des écosystèmes (IPBES, 2019). L'approche est multidimensionnelle et demande la prise en compte des enjeux systémiques auxquels les différents acteurs du secteur agricole sont confrontés. Les enjeux identifiés sont regroupés en quatre grandes catégories, soit : écologique, sociale, économique et de gouvernance. Les différents enjeux identifiés constituent les bases contextuelles afin d'amorcer la conception d'un SAF adapté aux spécificités des montagnes.

4.1. Acteurs haïtiens du milieu agricole

À dessein de repenser le milieu agricole dans les montagnes du Nord-Est, il est nécessaire de prendre en considération les différentes parties prenantes impliquées dans le système alimentaire haïtien ainsi que leurs rôles dans l'adaptation des pratiques agricoles. Un système alimentaire est composé d'un ensemble d'acteurs impliqués dans les activités de production, de transformation, de distribution et/ou de consommation (FAO *et al.*, 2019). Dans les montagnes du Nord-Est, cinq groupes ont été identifiés comme les principaux acteurs. Les acteurs internes au projet *Jaden nou se vant nou* sont les agriculteurs ainsi que les institutions locales de soutien. Ces deux groupes concernés par l'adaptation des pratiques agricoles travaillent directement à bonifier la production alimentaire dans les communes de la zone d'intervention. Les trois autres groupes sont des acteurs externes, c'est-à-dire que leurs actions peuvent avoir une incidence indirecte sur l'adaptation des pratiques, mais ne participent pas directement à la réalisation du projet.

4.1.1. Acteurs internes

Le groupe des agriculteurs est composé d'une structure organisée à trois niveaux. Le premier niveau regroupe les agriculteurs individuellement. Le rôle des agriculteurs dans le système alimentaire est d'assurer la production vivrière. De plus, ils sont responsables d'assurer la gestion de leurs terres et donc la productivité de leurs sols. Le deuxième niveau est l'organisation en coopératives agricoles constituées d'un certain nombre d'agriculteurs d'une même section communale. Ces regroupements d'agriculteurs favorisent l'échange de connaissances et permettent le partage de ressources matérielles. Le troisième

niveau organisationnel regroupe les différentes coopératives agricoles présentes dans le département du Nord-Est. La Fédération des coopératives caféières et agroforestières du Nord-Est (FECOCANE) a été mise en place afin de bonifier les services et le fonctionnement des différentes coopératives agricoles. Cette fédération s'occupe de la mise en marché commune de certaines denrées alimentaires dans des marchés plus formels. En 2017, les produits commercialisés sous la FECOCANE étaient le café, les arachides, les pistaches ainsi que les pois Congo.

Dans le département du Nord-Est, deux institutions locales de soutien sont présentes et travaillent avec les agriculteurs dans la mise en œuvre de pratiques agricoles plus durables. La majorité du soutien offert dans la zone d'intervention est effectué par l'IRATAM à travers les différentes coopératives agricoles du département et la FECOCANE. L'institution de soutien agricole croit que l'organisation citoyenne des agriculteurs en coopératives agricoles peut devenir des catalyseurs de changement dans les régions rurales. En raison du soutien qu'il est en mesure d'apporter directement aux agriculteurs, ce groupe constitue le deuxième acteur par importance dans le cadre de ce projet. Son objectif est de renforcer les capacités des agriculteurs et de leur offrir un soutien matériel, financier et technique en vue d'accroître leur sécurité alimentaire tout en contribuant, par le fait même, au développement économique de la région. La deuxième institution est le GADRU qui opère dans la commune de Vallière. Il travaille à l'accompagnement des agriculteurs ayant un pouvoir d'influence positive dans la communauté afin de faire la promotion de l'adoption de pratiques agricoles durables. La grande différence avec l'IRATAM est qu'il ne promeut pas l'adaptation aux changements climatiques dans ses intervention et fait la promotion de certaines cultures héliophiles, moins cohérentes avec l'implantation de pratiques agroforestières. Le tableau 4.1 présente les rôles des acteurs internes quant à l'adaptation des pratiques agricoles, tels que définis dans le diagnostic systémique des enjeux d'adaptation pour les montagnes du Nord-Est.

Tableau 4.1 Acteurs internes à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est

Acteurs	Rôles
<i>Agriculteurs</i>	
Agriculteurs	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des terres
Coopératives agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Production alimentaire
Fédération des coopératives caféières et agroforestières du Nord-Est (FECOCANE)	<ul style="list-style-type: none"> • Échange de connaissances • Mise en commun des ressources matérielles • Mise en marché
<i>Institutions locales de soutien</i>	
IRATAM	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement des agriculteurs et des coopératives • Formation agricole et amélioration continue des connaissances
GADRU (Vallière)	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités d'adaptation • Distribution de ressources matérielles et soutien financier

Source : Dinelle (2018), p. 15-17

4.1.2. Acteurs externes

Les trois groupes définis comme étant des acteurs externes au projet sont présentés dans cette section. Les informations pertinentes concernant leurs rôles et leurs actions relatives à l'adaptation des pratiques agricoles sont sommairement présentées. Bien que ces groupes ne soient pas directement impliqués dans le projet, il est important de prendre connaissance des différentes actions en cours dans la zone d'intervention afin d'assurer une certaine cohésion entre les différents projets de développement. De plus, il peut être intéressant de suivre l'évolution de leurs projets et de collaborer afin de faire profiter aux agriculteurs d'un plus vaste corpus de connaissances et d'opportunités économiques.

Le premier groupe est composé des organisations internationales de soutien qui travaillent aux développements multidimensionnels des communautés haïtiennes. Dans le Nord-Est, l'organisation la plus importante est l'Agence américaine pour le développement international (USAID). Brièvement, les travaux dans le secteur agricole de l'USAID s'inscrivent dans la même lignée que le travail de l'IRATAM. En 2018, ils ont débuté un projet de reboisement pour la régénération et la conservation des sols. Ce projet est spécifique à cinq bassins versants dont l'état de dégradation est avancé dans le département du Nord et du Nord-Est. Un des axes intéressants est les efforts visant la valorisation des ressources non ligneuses issues de la forêt, comme les fruits, le café ou le cacao. Par contre, il est difficile de développer une collaboration avec l'USAID puisque leurs interventions de développement sont à grande échelle et ne sont pas adaptées à une participation avec les organisations locales.

Le deuxième groupe d'acteurs externes est constitué des institutions du savoir. À cet égard, le campus Henri-Christophe de l'Université d'État d'Haïti à Limonade est le seul à proximité de la zone d'intervention. Ce campus se retrouve sur la frontière entre le département du Nord et du Nord-Est. Inaugurée en 2012, l'université dispose d'une faculté d'agronomie qui offre actuellement deux programmes d'études. De plus, un nouveau programme multidisciplinaire est en train d'être mis en place visant à la recherche, la formation ainsi qu'à la vulgarisation agricole sur l'adaptation au changement climatique, plus spécifiquement pour la commune de Saint-Raphaël située dans le département du Nord, à quelques kilomètres de la zone d'intervention (Chotte, 2019). La présence d'une institution du savoir pourrait permettre, au fil des ans, de bonifier les connaissances et les données spécifiques aux montagnes du département du Nord-Est. De plus, la majorité des étudiants de la faculté vient de la périphérie, ce qui peut être bénéfique pour permettre un transfert des connaissances locales vers les agriculteurs.

Le dernier groupe impliqué dans l'adaptation des pratiques agricoles est l'État haïtien via les travaux de deux ministères. Le premier étant le Ministère de l'Environnement (MDE) par la mise en place de mesures relatives à l'adaptation aux changements climatiques. Les projets du MDE concernent principalement le milieu agricole ainsi que le reboisement. La modification des pratiques agricoles dans la mitigation des effets des changements climatiques et la forte dépendance du pays à l'agriculture augmentent la pertinence des actions visant la réhabilitation des écosystèmes haïtiens. Le deuxième est le Ministère de l'Agriculture,

des Ressources naturelles et du Développement rural (MANDR). Il travaille à définir les grandes orientations concernant le milieu agricole. Il est responsable de coordonner les interventions des différents organismes de soutien et d'assurer la cohérence entre les différents projets en cours. Le MANDR travaille à augmenter l'accessibilité aux zones rurales et orienter le développement du département en fonction de certains pôles économiques stratégiques entre le Cap-Haïtien et Ouanaminthe, auxquels Trou-du-Nord et Fort-Liberté s'ajoutent. Le tableau 4.2 présente les rôles des acteurs externes défini par Dinelle (2018).

Tableau 4.2 Acteurs externes à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est

Acteurs	Rôles
<i>Organisations internationales de soutien</i>	
Agence américaine pour le développement international (USAID).	<ul style="list-style-type: none"> • Interventions de développement à l'échelle du département • Augmentation de la productivité des terres • Augmentation de la résilience des exploitations aux variations climatiques extrêmes • Valorisation des ressources non ligneuses issues de la forêt (les fruits, le café ou le cacao) • Amélioration des conditions de vie des communautés
<i>Institution du savoir</i>	
Faculté d'agronomie du Campus Henri-Christophe de l'Université d'État d'Haïti : – Agroéconomie et développement durable – Production animale et végétale	<ul style="list-style-type: none"> • Bonification des connaissances et des compétences agricoles spécifiques au département du Nord-Est • Développement de connaissances agronomiques • Accessibilité des communautés locales à une éducation de qualité • Augmentation du transfert de connaissances vers la production alimentaire • Renforcement des capacités d'adaptation des communautés par le savoir
<i>État haïtien</i>	
Ministère de l'Environnement (MDE)	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de mesures relatives à l'adaptation aux changements climatiques • Mise en œuvre de projets de reboisement • Accompagnement dans la mitigation des effets des changements climatiques dans le secteur agricole
Ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural de la République d'Haïti (MANDR)	<ul style="list-style-type: none"> • Définition des grandes orientations concernant le milieu agricole • Coordination des interventions de différents organismes de soutien • Bonification du développement de connaissances agronomiques sur le territoire haïtien

Source : Dinelle (2018), p. 17-19

4.2. Enjeux d'adaptation du milieu agricole

Dans cette section les enjeux environnementaux relatifs à l'adaptation des pratiques agricoles seront abordés. Ces enjeux environnementaux identifiés par Dinelle (2018) permettront de présenter l'ensemble des éléments naturels et culturels associés aux systèmes alimentaires. Une description sommaire des enjeux et une mise en relation avec le projet permettront de délimiter plus aisément les besoins plus spécifiques pour le SAF espéré. Les informations présentées dans cette section permettront d'effectuer la sélection des principes agroécologiques. De ce fait, il est important de prendre en compte le cadre dans lequel le SAF devra être implanté. L'objectif est d'être mieux outillé afin de cibler les bénéfices que doivent percevoir les agriculteurs et leur communauté par le déploiement de l'agroforesterie dans les montagnes du Nord-Est. Pour ce faire, les enjeux sont séparés en quatre catégories, soit écologiques, sociales, économiques et de gouvernance.

4.2.1. Enjeux écologiques

À l'égard de l'implantation d'un SAF, la considération des enjeux écologiques est prioritaire à l'adaptation des pratiques agricoles. Les bénéfices écosystémiques perçus par les communautés ou les agriculteurs issus de la production alimentaire dépendent du bon fonctionnement de l'écosystème. Il est nécessaire de favoriser l'implantation de pratiques agricoles qui permettront aux systèmes humains de continuer à bénéficier des services écosystémiques de manière durable. Pour ce faire, l'harmonisation des pratiques agricoles au bon fonctionnement de l'écosystème est indispensable. Dinelle (2018) a identifié trois enjeux écologiques liés à l'adaptation du secteur agricole afin d'augmenter la résilience des systèmes humains (tableau 4.3).

Le premier enjeu est d'assurer une gestion de la couverture forestière adéquate. La déforestation ainsi que l'avènement des changements climatiques ont induit une perte de productivité de certaines cultures comme le café et les agrumes. La diminution de la rentabilité de ces cultures a porté les agriculteurs à adopter des cultures à découvert, comme le manioc, les arachides et les haricots, puisqu'elles sont plus résistantes à la chaleur. Ces modifications dans les pratiques ont mené à une augmentation continue de l'exposition du paysage au phénomène d'érosion et au stress hydrique. Le cadre juridique haïtien est difficilement applicable afin de protéger le couvert forestier.

Le deuxième enjeu est d'assurer une gestion des sols efficace. La majorité de l'agriculture est pratiquée sur des sols ayant une potentialité limitée. Le cycle de régénération des nutriments dans le sol sous le mode d'exploitation actuelle reste déficitaire. De plus, la couche superficielle qui n'est pas en mesure de se régénérer est continuellement exposée aux phénomènes érosifs. Il en résulte à une diminution de l'épaisseur de la couche superficielle et un appauvrissement des sols. Si le choix de cultures s'explique bien par leurs résistances aux sécheresses, il nuit au cycle de régénération des sols. Ces espèces héliophiles demandent d'éliminer les sources d'ombre comme les arbres.

Le troisième enjeu est d'améliorer la disponibilité en eau et d'assurer une bonne gestion de la ressource. Comme les systèmes d'irrigation sont trop coûteux, l'agriculture pluviale est le seul moyen pour assurer un apport hydrique supplémentaire aux cultures. Dans le contexte des changements climatiques, la baisse des précipitations annuelles et les épisodes de sécheresse limitent la disponibilité de l'eau. De plus, l'eau a de plus en plus de difficulté à s'infiltrer dans les sols qui se sont compactés au fil du temps. Cette perte de capacité de rétention des eaux dans le sol résulte à de grandes variations de débit dans les différents cours d'eau du département. Ce phénomène est encore plus marqué pour les cours d'eau temporaires.

Tableau 4.3 Résumé des enjeux écologiques relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est

Enjeux écologiques	Constats
Gestion de la couverture forestière	<ul style="list-style-type: none"> • Couverture forestière évaluée à 32,3 % (2010-2011) • Taux de prélèvement supérieur au taux de régénération : <ul style="list-style-type: none"> Perte du couvert forestier Perte du microclimat (↓ Précipitations)) ↑ Température aux sols (2 °C) • Perte du système racinaire : <ul style="list-style-type: none"> ↑ Compaction des sols et ↓ capacité d'infiltration des eaux ↑ Radiation solaire et ↑ évaporation ↓ Régénération de la nappe phréatique ↓ Taux d'humidité dans les sols à long terme = Perturbation de la structure et de la cohésion des sols
Gestion des sols	<ul style="list-style-type: none"> • Déclin de la structure des sols : <ul style="list-style-type: none"> Perte des systèmes racinaires Compaction des sols ↑ Ruissellement des eaux • ↑ Érosion hydrique et éolienne : <ul style="list-style-type: none"> ↑ Épisodes de forte pluie ↑ Épisodes climatiques avec vents violents • Diminution de la fertilité des sols : <ul style="list-style-type: none"> ↓ Période jachère ↑ Fréquence d'utilisation du brûlis Accessibilité limitée aux intrants • Culture à découvert d'espèces résistantes aux sécheresses : <ul style="list-style-type: none"> Arrachage du plant et de son système racinaire
Disponibilité et gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture pluviale, sans système d'irrigation • Assèchement des sols et perte de structure : <ul style="list-style-type: none"> ↓ Capacité d'infiltration des eaux ↓ Capacité de rétention des eaux ↓ Taux d'humidité dans les sols • Effets des changements climatiques : <ul style="list-style-type: none"> ↓ Pluviométrie annuelles moyennes ↑ Température mensuelle moyenne ↑ Besoins hydriques des cultures

Modifié de : Dinelle (2018), p. 33

4.2.2.Enjeux sociaux

La relation entre les enjeux sociaux et l'implantation d'un SAF est importante. Ces enjeux peuvent permettre d'identifier les limites pouvant mener à la réussite ou à l'échec du déploiement de l'agroforesterie à dessein de renforcer les capacités d'adaptation des agriculteurs. Du même fait, ces enjeux permettront d'orienter la sélection des principes agroécologiques afin d'assurer une cohésion entre le SAF proposé et les systèmes humains dans les montagnes. Dans le diagnostic systémique de Dinelle (2018), trois enjeux sociaux ont été identifiés (tableau 4.4).

Le premier enjeu est d'assurer la cohésion entre les pratiques et la perception des changements climatiques. À cet égard, il existe une mauvaise compréhension des causes des changements climatiques et de leurs relations dans l'adoption de bonnes pratiques de gestion des sols et de la couverture forestière. Par exemple, les agriculteurs des montagnes perçoivent une augmentation de l'intensité des épisodes de sécheresse. De ce fait, ils désirent cultiver des espèces plus tolérantes à la chaleur et aux conditions de stress hydrique. Par contre, ces espèces n'aident pas à augmenter la capacité de rétention des eaux dans les sols et engendrent une augmentation de l'érosion. Le manque de cohérence entre les pratiques qu'ils mettent en œuvre et la durabilité de leurs pratiques pourrait progressivement faire augmenter les externalités négatives.

Le deuxième enjeu consiste à l'isolement des communautés dans les régions rurales. L'éloignement de ces communautés dans les montagnes par rapport aux pôles économiques du département réduit les opportunités de commercialisation des agriculteurs. L'accès à ces centres urbains est limité puisque les routes en région rurale sont grandement accidentées et les moyens de transport limités. En saison de récolte, certaines denrées alimentaires sont disponibles en grande quantité sur les marchés communaux. Il en résulte à une réduction du potentiel de revenus pour les agriculteurs. En effet, ils ne sont pas en mesure de vendre l'ensemble de leurs productions et doivent réduire leurs prix pour être compétitifs. Dans le cas des fruits plus particulièrement, un plus fort taux de gaspillage alimentaire a été observé. Ceci explique en partie pourquoi les agriculteurs sont réticents à adopter un SAF composé en grande partie d'arbres fruitiers. La difficulté de conservation des fruits fait craindre aux agriculteurs de perdre plus de fruits qu'ils sont capables d'en vendre. Sans la possibilité de stocker ou de transformer les fruits, il existe une angoisse qu'ils ne soient pas en mesure de percevoir un revenu suffisant avec ce type de production agricole. Ce phénomène explique pourquoi les agriculteurs priorisent les cultures en demande sur les marchés communaux plutôt que les cultures qui sont adaptées aux conditions climatiques et à l'état avancé de la dégradation de l'environnement.

Le troisième enjeu est de continuer à accompagner le développement de nouvelles compétences agricoles chez les agriculteurs. Dans le cadre du projet *Jaden nou se vant nou*, l'IRATAM effectue différentes formations au sein des coopératives agricoles. Ces formations touchent aux espèces plus adaptées au contexte écologique, aux effets des changements climatiques sur le secteur agricole ainsi qu'à la relation

entre le phénomène d'érosion et la présence ou l'absence d'une couverture forestière adéquate dans les montagnes. L'objectif étant de renforcer les capacités des agriculteurs et de leur permettre de bonifier leurs connaissances et compétences à l'égard de l'adaptation de leurs pratiques.

Tableau 4.4 Résumé des enjeux sociaux relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est

Enjeux sociaux	Constats
Perception des changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> Perception des changements par les agriculteurs : <ul style="list-style-type: none"> ↑ Fréquence et ↑ intensité des sécheresses ↓ Fréquence et ↑ intensité des précipitations Ils ne savent pas comment s'adapter Sélection de culture plus résistante à la sécheresse ↑ Érosion et ↓ rétention d'eau Croyance que les changements climatiques sont temporaires Mauvaise compréhension des causes des changements climatiques : <ul style="list-style-type: none"> ↑ de la concentration de GES dans l'atmosphère Différentes sources d'émissions possibles Enjeux de la justice climatique Pays très vulnérable et faible émetteur de GES
Isolement des régions rurales	<ul style="list-style-type: none"> Éloignement des centres urbains : <ul style="list-style-type: none"> Réseau routier accidenté et peu d'accès aux moyens de transport ↓ Opportunités d'emplois ↓ Opportunités de ventes sur les marchés urbains Dans les marchés locaux, certaines cultures ont une Offre > Demande : <ul style="list-style-type: none"> Forte compétition pour la vente des produits périssables ↓ des prix dans les marchés locaux Incapacité à vendre l'ensemble de leur production Gaspillage alimentaire de certains aliments Privation d'un revenu potentiel Réticence à l'adoption d'un SAF composé d'arbres fruitiers : <ul style="list-style-type: none"> Manque d'opportunité de commercialisation Cultures en demande > Cultures adaptées
Compétences agricoles	<ul style="list-style-type: none"> Manque de connaissances des agriculteurs : <ul style="list-style-type: none"> Techniques agricoles plus durables Choix de cultures adaptées à leur environnement Formation très technique, peu de pratiques : <ul style="list-style-type: none"> Transfert des connaissances théoriques → appliquées est difficile Utilisation de parcelles modèles aide à la perception Adoption de nouvelles pratiques en cas de certitude : <ul style="list-style-type: none"> Observation et perception des bénéfices En cas d'incertitude → Statu quo Perception d'un risque = Maintien des pratiques Manque de connaissances avancées concernant l'adaptation des cultures et des pratiques spécifiques aux montagnes du Nord-Est

Modifié de : Dinelle (2018), p. 56

4.2.3.Enjeux économiques

Pour l'adaptation des pratiques agricoles, cinq enjeux de nature économique ont été identifiés par Dinelle (2018). De ces enjeux, certains constituent des limites au développement des SAF et des opportunités de projet de développement parallèle. Leur prise en considération est importante afin d'harmoniser les espèces mises sous culture visant à assurer et à améliorer la stabilité de revenu des agriculteurs (tableau 4.5).

Le premier enjeu à considérer est l'accès limité aux outils et aux intrants agricoles comme les semences, les engrais et les pesticides. L'IRATAM travaille à ouvrir des boutiques locales pour augmenter l'accessibilité aux intrants et aux outils agricoles les plus importants. Dans le contexte actuel, il peut être intéressant de favoriser le développement de l'agriculture biologique qui limite ces besoins. L'idée étant de favoriser le cycle des nutriments et d'augmenter la biodiversité. Ces éléments encouragent la fertilisation naturelle ainsi que la lutte biologique contre les ravageurs en limitant les besoins d'un apport extérieur.

Le deuxième enjeu est la structure foncière des exploitations agricoles. La gestion des droits de propriété est informelle et est davantage associée aux coutumes. Les terres héritées sont souvent morcelées en plus petites parcelles entre les différents membres de la famille. Les terres sous exploitation agroforestière ont une grande valeur foncière. Une fois morcelée, la valeur de l'exploitation est grandement réduite et la vente devient moins intéressante. Les héritiers en situation précaire ont tendance à déboiser la parcelle pour en tirer un revenu. Pour les terres en location, les agriculteurs sont généralement moins soucieux d'assurer la productivité de leurs terres à long terme. L'absence d'un registre foncier et du droit de propriété constitue une contrainte à la gestion durable des exploitations agricoles.

Le troisième enjeu est la précarité économique et les opportunités d'emplois limitées dans les montagnes. L'agriculture est l'un des seuls moyens de subsistance pour les agriculteurs. Ils disposent de peu de moyens financiers afin d'investir dans l'adaptation de leurs pratiques. La dégradation continue de l'environnement et les variations climatiques amènent les agriculteurs à cultiver de plus grandes superficies de terres afin d'augmenter leurs revenus. Ces nouvelles terres mises sous culture ont généralement une potentialité limitée. Ce phénomène engendre une augmentation constante de la pression exercée sur ces terres. De ce fait, il est difficile de mettre en place des pratiques agricoles dans une optique de durabilité si les agriculteurs ne sont pas en mesure de maintenir ou d'augmenter leurs revenus ainsi que leur niveau de vie à court terme.

Le quatrième enjeu est le stockage et la transformation des produits agricoles. Les centres de transformations présents sur le territoire sont souvent associés aux cultures d'arachides, de manioc et de café. La productivité caféière est en constante diminution, ce qui amène une transition vers les cultures à découvert. Ces cultures offrant davantage d'opportunités de commercialisation assurent une stabilité de revenu pour les agriculteurs. Par contre, ces cultures augmentent l'exposition des terres à l'érosion. De

plus, le manque de structure permettant la conservation des aliments dévalorise certaines cultures comme les SAF à forte composition d'arbres fruitiers.

Le dernier est l'inaccessibilité au crédit par les agriculteurs. Avec la structure foncière informelle, les agriculteurs ne possèdent pas suffisamment d'actifs pour sécuriser leurs prêts. De plus, quand le crédit est accessible, les taux d'intérêt sont trop élevés. De ce fait, ils ne possèdent pas les liquidités nécessaires à l'adaptation de leurs pratiques. Dès lors, ils vont prioriser la satisfaction de leurs besoins de base avant d'investir dans la transformation de leurs pratiques agricoles.

Tableau 4.5 Résumé des enjeux économiques relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est

Enjeux économiques	Constats
Accès aux outils et intrants agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Outils et intrant utilisés par les agriculteurs : Houe, machette, aucune mécanisation Semences personnelles ou du marché Engrais (purin) et pesticides dispendieux et rarement disponibles • Outils et intrants de basse qualité : ↑ Perte de culture par l'augmentation d'insectes ravageurs Alternatives agricoles nuisent à la bonne gestion des sols ↓ Productivité des sols =Priorisation des cultures pour revenus court terme
Structure foncière des exploitations agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Principal mode d'acquisition des terres : Achat ou héritage • Mode de gestion informelle des droits de propriété : Réglementation insuffisante Accessibilité à un notaire difficile Moyen financier insuffisant • Insécurité foncière favorise : Priorisation des profits à court terme • Agriculteurs non propriétaires : Moins soucieux de la durabilité et de la productivité à long terme
Précarité et opportunités d'emplois	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculture est le seul moyen de subsistance : ↑ Pressions sur la productivité des terres ↑ Superficie des terres à potentialité limitée sous exploitation • Priorisation des profits court terme : Peu d'investissements disponibles pour l'adaptation de pratiques Risque associé aux modifications des pratiques Statu quo = culture de rentes néfaste pour l'environnement

Modifié de : Dinelle (2018), p. 44

Tableau 4.5 Résumé des enjeux économiques relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est (suite)

Enjeux économiques	Constats
Stockage et transformation	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'activités de stockage et de transformation : Manque de moyens : financier, matériel et énergétique Gaspillage alimentaire : mangues, avocats, produits maraîchers Dévalorisation de l'agroforesterie • Centres de transformation présents : Cultures érosives : arachide, manioc Assure un revenu court terme ↓ Potentialité des sols
Accès au crédit	<ul style="list-style-type: none"> • Crédit agricole non disponible ou inaccessible : Taux d'intérêt trop élevé dans les banques Peu d'actifs détenus par les agriculteurs • Manque de liquidité pour adapter ses pratiques : Ne peuvent être sans revenu durant une longue période Préférence pour les cultures à cycle court

Modifié de : Dinelle (2018), p. 44

4.2.4. Enjeux de gouvernance

La dernière catégorie d'enjeux systémiques concerne le mode de gouvernance. Ces enjeux permettent d'identifier certaines limites au développement de l'agroforesterie ainsi que d'identifier des éléments à considérer dans la planification d'un SAF afin d'obtenir une rétroaction positive par les agriculteurs. Dans le diagnostic de Dinelle (2018), deux enjeux de gouvernance ont été identifiés (tableau 4.6).

Le premier enjeu touche le soutien de l'État haïtien au développement du secteur agricole. Avec l'aide d'organismes de soutien international, l'État a établi des lignes directrices pour améliorer le développement du secteur. Les moyens financiers que dispose l'État ne permettent pas l'accompagnement des agriculteurs dans l'adaptation de leurs pratiques. La libéralisation des marchés internationaux et la dévaluation rapide de la monnaie haïtienne augmentent la précarité économique et l'insécurité alimentaire des ménages. Les instabilités sociales et politiques vécues dans le pays depuis plusieurs années ont mené à une perte de confiance des agriculteurs envers le gouvernement.

Le deuxième enjeu est en relation avec le soutien des organismes internationaux qui travaillent à l'adaptation des pratiques agricoles et au développement humain. Ces organismes préconisent une approche plus directe avec les agriculteurs plutôt que de transiter par l'État. Le manque de cohésion entre les différents projets et les programmes gouvernementaux nuit à la réussite des projets. Les agriculteurs qui ont pris part aux différents projets aux résultats mitigés ont progressivement perdu confiance envers ce type de soutien.

Tableau 4.6 Résumé des enjeux de gouvernance relatifs à l'adaptation du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est

Enjeux de gouvernance	Constats
Soutien de l'État	<ul style="list-style-type: none"> • Production documentaire et lignes directrices : Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques Politiques de développement agricole • Moyens financiers limités pour des investissements d'adaptation 50 % du budget national provient de l'aide internationale ↓ Pouvoir décisionnel • Effets marqués de la libéralisation des marchés internationaux Dévaluation de 162 % de la gourde entre 2012 et 2020 ↑ Prix denrées alimentaires d'importées • Perte de confiance généralisée envers le gouvernement
Soutien international	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention à toutes les échelles pour aider les agriculteurs : Durabilité et adaptation aux changements climatiques Projets atomisés sans cohésion Réduction des intermédiaires dans ses programmes Peu de collaboration avec l'État • Perte de confiance des agriculteurs envers l'aide internationale Grande diversité d'intervenants, de projets et d'organisations Bénéfices mitigés ou peu observables

Modifié de : Dinelle (2018), p. 65

4.3. Leviers d'action à l'adaptation du milieu agricole

Les leviers d'adaptation identifiés par Dinelle (2018) sont mis en perspective avec le développement de l'agroforesterie dans les montagnes du Nord-Est. L'objectif est de mieux orienter la sélection des principes agroécologiques clés à la planification et la schématisation d'un SAF.

Dans les dernières années, les agriculteurs ont fait part de leur désir d'accroître leurs compétences agricoles afin de bonifier la productivité de leurs terres. Ce désir est d'autant plus marqué lorsque l'agriculteur a déjà perdu une grande partie de ses récoltes dont il dépend pour la subsistance de sa famille en raison des aléas climatiques. À cet égard, l'accompagnement des agriculteurs dans l'adaptation de leurs pratiques doit permettre le renforcement de leurs capacités et de leurs connaissances. Ils doivent être en mesure d'exercer adéquatement leur pouvoir décisionnel concernant l'exploitation de leur terre. Pour ce faire, les formations dispensées par l'IRATAM aux agriculteurs doivent permettre d'exposer l'importance des arbres de montagnes afin d'assurer une meilleure gestion des sols ainsi que d'augmenter la disponibilité en eau. Il peut être plus pertinent d'axer les formations sur les bénéfices associés au SAF en relation avec les enjeux écologiques d'adaptation que d'exposer les phénomènes dans une optique de changement climatique. L'agroforesterie favorise une régulation plus constante de l'humidité dans le sol et dans l'air, en plus d'assurer une meilleure cohésion et une régénération des sols. Du même fait, l'agroforesterie permettrait l'adaptation des pratiques à l'égard des effets des changements climatiques. Pour assurer une

meilleure intégration des connaissances et promouvoir des pratiques plus durables, il est important d'associer les SAF à des bénéfices sociaux et économiques tangibles pour les agriculteurs. Par exemple, l'augmentation de la production, la stabilité accrue de revenus ou la résilience augmentée en cas d'évènement climatique extrême.

Le pouvoir d'influence que les agriculteurs ont les uns sur les autres est un élément intéressant dans l'adaptation des pratiques. Les agriculteurs les plus réceptifs à l'adoption d'un SAF, comme ceux propriétaires, peuvent jouer un rôle de meneur. En exerçant un pouvoir d'influence positive sur les producteurs plus réticents à l'adoption de pratiques plus durables, ils peuvent constituer un moteur d'influence positive dans la transformation à plus grande échelle. L'expérience positive des agriculteurs peut inciter les autres agriculteurs d'une même communauté à vouloir adopter des pratiques similaires. L'intégration de la culture caféière sous SAF peut constituer un levier potentiel d'adaptation. Certaines variétés de café sont ombrophiles et nécessitent un couvert forestier permanent. La grande valeur traditionnelle du café peut être associée à une probabilité supérieure à l'adoption d'un SAF. Comme l'IRATAM distribue annuellement des plantules, il est important d'assurer la cohérence entre leur message et les espèces qu'ils distribuent. L'objectif étant que les plantules doivent contribuer au reboisement graduel du paysage des montagnes. Le SAF doit favoriser l'usage de l'agriculture biologique afin de limiter le besoin d'intrants chimiques et de pesticides de manière à diminuer les répercussions néfastes sur les écosystèmes de montagnes et à réduire le coût d'exploitation des terres. Le cycle nutritif sous l'agroforesterie favorise la fertilisation naturelle des terres et constitue un levier potentiel visant à la régénération des sols dégradés. De plus, l'IRATAM travaille avec les coopératives agricoles afin d'ouvrir des boutiques locales pour augmenter l'accessibilité à certains intrants et aux outils. Ces boutiques constituent un élément intéressant afin de permettre aux agriculteurs de produire leurs propres semences. La gestion de leurs semences pourrait permettre d'améliorer la qualité et l'acclimatation des spécimens végétaux au contexte des montagnes. La sélection des organes reproducteurs des spécimens végétaux les mieux adaptés et leurs stockages pourraient induire une réduction de la dépendance aux intrants extérieurs. Au fil des années, il sera possible de bonifier la qualité des semences et d'augmenter leur tolérance aux conditions de croissance dans les montagnes.

L'isolement rural et la faible disponibilité d'emplois augmentent la dépendance des agriculteurs à la production agricole pour assurer leur propre moyen de subsistance ainsi qu'un revenu. C'est pourquoi la diversification des cultures doit être effectuée dans une optique de sécurité alimentaire plutôt que de rentabilité. Cette diversification peut induire une réduction de l'offre en saison de récolte et varier les sources de revenus potentielles. Plus un régime alimentaire est diversifié et plus les risques de malnutrition sont réduits. En complément aux cultures alimentaires, l'intégration de cultures de rentes, comme le café et le cacao, peut constituer des alternatives intéressantes de commercialisation visant les marchés formels. La mise en place d'un système de stockage et de transformation permettrait de développer des secteurs secondaires de l'agriculture et d'augmenter les opportunités d'emploi au sein des communautés. À l'aide

des coopératives agricoles et des institutions de soutien, il est possible de favoriser le développement de ces activités. Il est important de prendre en considération les avenues potentielles de commercialisation afin d'assurer un revenu et d'être cohérent avec ce que désirent cultiver les agriculteurs. Les regroupements d'agriculteurs constituent un organe de choix afin d'harmoniser les espèces que les agriculteurs mettront sous culture. En assurant une cohésion entre les denrées alimentaires produites sur le territoire, il sera possible d'accéder aux marchés plus formels qui demandent un plus grand volume. De plus, cette plus grande cohérence entre les objectifs relatifs à l'adaptation des pratiques agricoles et les opportunités de revenus augmente la probabilité de l'adoption du SAF par les agriculteurs.

Généralement, les agriculteurs favorisent certaines espèces pour assurer un revenu à court terme. Compte tenu de l'incidence de la pauvreté, il sera important d'offrir un plus large éventail de possibilités dans les associations d'espèces cultivables dans le SAF pour favoriser le désir des agriculteurs à modifier leurs pratiques. Du même fait, le déploiement du SAF sera plus simple si les agriculteurs sont en mesure d'en bénéficier à court terme. Bien que les bénéfices à long terme soient le but ultime du projet, la réalité haïtienne au quotidien ne permet pas d'attendre plusieurs années avant de pouvoir subvenir à leurs besoins. Si tel est le cas, il y a une probabilité augmentée de refus de modifier leur mode d'exploitation ou, quelques années après les modifications, de retour aux pratiques non durables par les agriculteurs. Cette dualité entre les bénéfices à long terme du SAF et de la satisfaction des besoins essentiels à court terme des agriculteurs doit être intégrée dans la planification du SAF pour que le déploiement soit plus rapidement désiré à l'échelle du paysage et que les agriculteurs en retirent des bénéfices.

Au tableau 4.7, les leviers potentiels identifiés par Dinelle (2018) sont présentés. D'autres leviers d'action sont nécessaires à l'adaptation des pratiques agricoles. Par contre, la relation avec ce travail est indirecte. C'est pourquoi ils n'ont pas été discutés précédemment. Il est évident que plusieurs actions peuvent être entreprises par les acteurs externes au projet, mais pour la planification et le déploiement de l'agroforesterie dans les montagnes du Nord-Est, leur implication n'est pas considérée pour la suite de ce travail.

Tableau 4.7 Leviers d'action relatifs à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est

<i>Enjeux écologiques</i>
1. Promouvoir le potentiel de l'agroforesterie pour réguler l'humidité dans les sols et dans l'air
2. L'agroforesterie constitue une technique antiérosive peu coûteuse et facile d'application
3. Restauration du secteur caféier (valeur traditionnelle) pour inciter le reboisement des parcelles
4. Formation concernant l'importance de l'arbre dans l'agriculture en montagne
5. Perception des bénéfices par les agriculteurs associés de l'agroforesterie sur des parcelles voisines
6. Distribution de plantules par l'IRATAM contribuant à la reforestation

Modifié de : Dinelle (2018), p. 33

Tableau 4.7 Leviers d'action relatifs à l'adaptation des pratiques agricoles dans les montagnes du département du Nord-Est (suite)

<i>Enjeux sociaux</i>
7. Diversification des cultures dans une perspective de sécurité alimentaire plutôt que de rentes
8. L'isolement rural peut contribuer à l'essor de secteurs secondaires (transformation et stockage)
9. Intérêt grandissant des agriculteurs pour accroître leurs compétences et augmenter leur production
10. Intégration des agriculteurs dans le choix des cultures et des techniques durables
<i>Enjeux économiques</i>
11. Favoriser et accompagner la mise en place d'initiatives de transformation avec peu de moyens
12. Mettre en relation les initiatives de transformation avec le développement de l'agroforesterie
13. Agriculteurs réceptifs aux conseils contribuant à l'augmentation de leurs revenus
14. Lancement d'initiatives de microcrédit dans les coopératives agricoles
15. Favoriser une agriculture biologique limitant les risques liés aux ravageurs
16. Initiative de stockage et de distribution de semences dans les coopératives
17. Mettre l'accent sur les agriculteurs propriétaires afin de faire la démonstration des bénéfices
<i>Enjeux de gouvernance</i>
18. Promouvoir l'agriculture durable et la protection de l'environnement dans les programmes scolaires
19. Impliquer le gouvernement dans les projets des institutions locales et internationales de soutien
20. Investissement dans le secteur agricole et le démarrage d'initiatives de stockage, de transformation et de microcrédit

Modifié de : Dinelle (2018), p. 44; 56; 65

Chapitre 5

Caractérisation de la transition et performance agroécologique

Dans l'optique d'orienter la transition du secteur agricole vers un mode de production plus durable dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti, cette section s'adresse à l'évaluation semi-qualitative du système de production. Le cadre analytique utilisé est une adaptation de la méthode d'évaluation de l'agroécologie proposée par la FAO (2019) et qui a été discutée au chapitre 2. À partir des données présentées précédemment et des entretiens semi-dirigés avec les agronomes de l'IRATAM, une caractérisation et une évaluation de la performance du système actuel sont effectuées. Ainsi, ce chapitre permet l'identification des actions correctives prioritaires visant à orienter les besoins et les axes d'intervention relatifs à la transition du mode d'exploitation des terres. Les informations obtenues seront utiles pour orienter la revue de littérature. La présentation de modèles agroforestiers dont le contexte est similaire, devra être harmonisée avec les besoins correctifs du système actuel. De plus, les informations contenues dans ce chapitre constituent les lignes directrices permettant d'établir des recommandations relatives à la transition du mode de culture vers l'agroforesterie ainsi qu'à la proposition de nouvelles techniques agricoles.

La prochaine section décrit d'abord les résultats de la caractérisation de la transition agroécologique sur les bases des entrevues effectuées avec les agronomes de l'IRATAM ainsi que le diagnostic systémique de Dinelle (2018). Les particularités du système de production agricole de la zone d'intervention sont mises en lumière dans une optique d'identification des éléments agroécologiques à prioriser dans la planification d'actions correctives. La section suivante a pour objectif d'évaluer la performance par rapport aux critères fondamentaux de l'agroécologie pour identifier les éléments du système qui augmentent la vulnérabilité ou qui favorisent la résilience des producteurs. La dernière section vise à intégrer l'interprétation des résultats de la caractérisation et de l'évaluation de la performance afin d'identifier les actions correctives prioritaires.

5.1. Caractérisation de la transition agroécologique

Pour effectuer la caractérisation des besoins relatifs à la transition vers l'agroforesterie, la zone des montagnes est considérée dans son ensemble afin de dresser un portrait global. Les notes obtenues pour chacun des critères définissant les dix éléments de l'agroécologie sont présentées à l'annexe 3. Les résultats sont un regroupement des différents systèmes afin de réduire l'effet de diversité entre les exploitations et de bien orienter les recommandations relatives à la transition. L'objectif est d'abord d'identifier ce qui est commun dans la zone d'intervention et qui peut contribuer à cibler les actions de développement. Un des avantages de cette approche est qu'elle pourra être réalisée durant et après la transition sous la forme d'une auto-évaluation par les producteurs avec l'accompagnement des techniciens ou des intervenants impliqués dans le projet *Jaden nou se vant nou*.

La moyenne pondérée des dix éléments de la caractérisation de la transition agroécologique pour la zone des montagnes dans le département du Nord-Est d'Haïti est de 38,2 %. Cette note représente le degré de respect des principes agroécologiques du système agricole actuel. De ce fait, le système est vulnérable à subir les effets des changements climatiques et beaucoup d'actions correctives doivent être mises en place pour le rendre plus résilient. À cet égard, il semblerait que le système agricole dans les montagnes présente six éléments dont la durabilité serait acceptable contre quatre qui ne seraient pas viables. Ceci étant dit, aucun élément du système actuel n'atteint la zone de durabilité espérée. De ce fait, ces résultats confirment ce qui a été mentionné précédemment concernant les risques encourus. En effet, le système agricole des montagnes serait à fort risque de subir les contrecoups d'événements hors du contrôle des producteurs. Afin de bonifier la résilience et de réduire la vulnérabilité des différents systèmes de production, il est nécessaire d'approfondir la réflexion. La figure 5.1 présente les moyennes pondérées des dix éléments de l'agroécologie analysés sur les bases des entrevues semi-dirigées et de l'intégration du travail de Dinelle (2018).

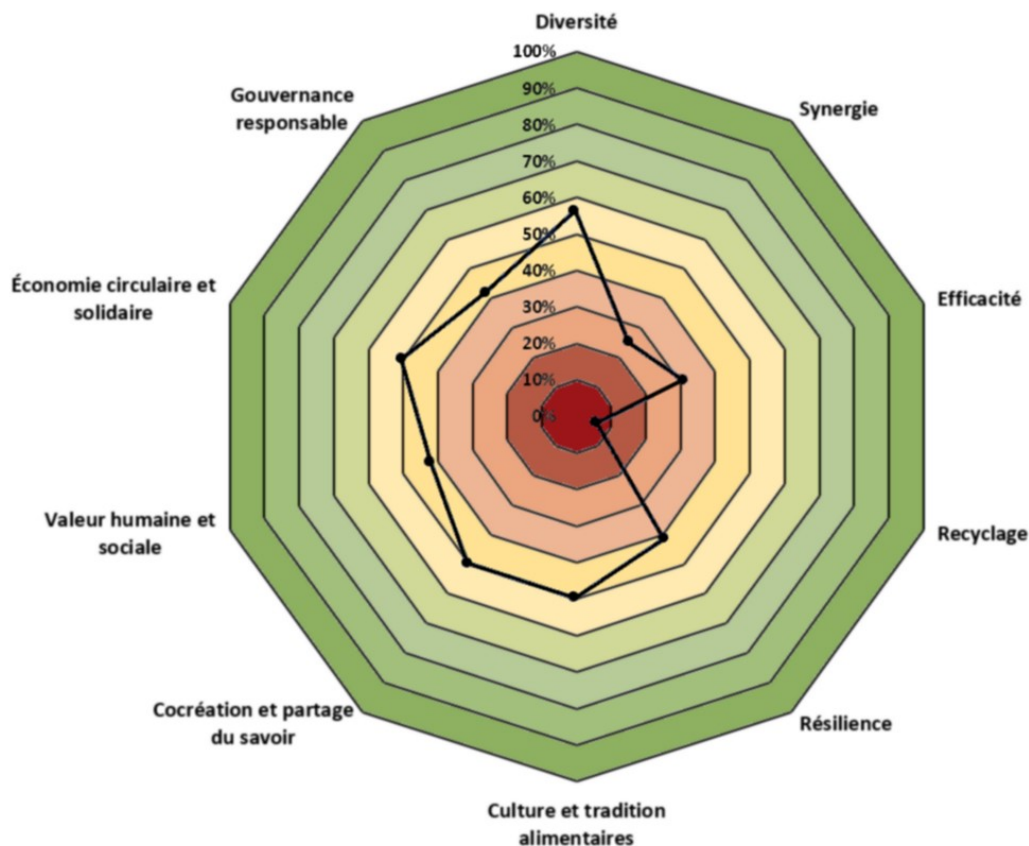


Figure 5.1 Caractérisation des 10 éléments agroécologiques relatifs au degré de durabilité et aux besoins pour la transition du système des montagnes du département du Nord-Est en Haïti

Modifié de : FAO (2019), p. 19

5.1.1. Forces du système agricole

Les forces du système agricole étudié peuvent constituer des leviers importants dans la prise de décision relative à la planification d'un système agroécologique. Tout d'abord, le résultat concernant la cocréation et le partage du savoir s'explique par le fait que les agriculteurs ont exprimé un désir d'augmenter leurs connaissances et leurs compétences à l'égard de l'adaptation des pratiques agricoles. De plus, leur collaboration avec l'IRATAM leur permet d'avoir accès à un plus large éventail de connaissances et à plus de soutien dans leurs activités. Enfin, les organisations paysannes sont pertinentes afin d'harmoniser la transition et bonifier les connaissances des agriculteurs par les agriculteurs. Une des limites possibles est que la confiance limitée des agriculteurs envers les techniques agroécologiques peut restreindre la motivation pour l'adoption des nouvelles pratiques plus résilientes.

De plus, la structure des organisations paysannes en partenariat avec l'IRATAM bonifie la gouvernance responsable du système de production en augmentant le soutien offert aux producteurs. Ce soutien accroît l'accès au marché, aux divers services essentiels et aux connaissances concernant la bonne gestion des terres. Par contre, l'un des facteurs limitants de la gouvernance est que l'autonomie des producteurs n'est pas toujours reconnue et leurs pouvoirs d'influence sont particulièrement faibles. En effet, les agriculteurs et les communautés locales ne sont pas toujours consultés dans la prise de décisions de gestion des ressources naturelles environnantes. L'IRATAM, en tant qu'organisme composé de professionnels, travaille à mieux représenter les intérêts des agriculteurs.

Les réseaux de producteurs existants permettent l'échange de services et de connaissances augmentant l'efficacité de l'économie circulaire et solidaire du secteur agricole de la zone d'intervention. Les marchés communaux permettent aux agriculteurs, principalement via les femmes, de vendre une partie de leur production dans les marchés locaux. Pour certaines cultures, les agriculteurs mettent en commun leurs productions afin d'accéder à des marchés plus formels, particulièrement quand le stockage est possible. L'un des points à améliorer est le système alimentaire local puisqu'une grande partie des aliments et des intrants agricoles doivent être achetés à l'extérieur de la zone d'intervention.

Ensuite, l'identité et la conscience locale de la culture et des traditions alimentaires sont importantes au sein de la zone d'intervention. À cet égard, l'harmonisation des cultures selon les besoins des communautés peut renforcer le sentiment d'appartenance à la culture haïtienne. Par contre, au cours des dernières années, la baisse de la productivité agricole et l'augmentation continue des denrées importées de la République dominicaine ont nui à la continuité et au respect de la culture alimentaire haïtienne. De plus, la baisse de productivité des terres engendre périodiquement un manque dans l'offre alimentaire locale visant à satisfaire les besoins nutritionnels.

Pour ce qui est de la valeur humaine et sociale du système agricole, l'un des points forts est que l'autonomie des femmes est relativement forte. Elles sont en position pour participer aux décisions locales et elles sont

impliquées dans les organisations paysannes et de femmes. Un autre exemple de leur présence est que plusieurs femmes ont été élues comme les représentantes d'organisations paysannes mixtes pour représenter la voix des agriculteurs à l'échelle régionale. Par contre, chez les jeunes, l'agriculture ne constitue pas un avenir décent. De ce fait, ils souhaitent s'expatrier pour bonifier leurs conditions de vie. D'une part, les conditions de travail sont difficiles avec un revenu agricole qui est moyennement adapté aux contextes locaux. D'autre part, l'exposition des exploitations agricoles aux risques climatiques, plus particulièrement aux sécheresses répétées, explique le désintéressement des jeunes.

Finalement, la diversité productive du système agricole constitue une force puisqu'il y a deux ou trois cultures dominantes au sein de parcelles voisines. De plus, quelques arbres sont présents à proximité des parcelles dont deux espèces constituent un intérêt particulier. Pour ce qui est des animaux présents, ils sont très peu nombreux et généralement rencontrés à l'extérieur des exploitations. Tout cela mis ensemble, montre qu'il y a une présence d'une certaine diversité dans les activités productives à l'échelle locale. Par contre, le manque de cohésion entre les activités productives et les besoins locaux nuisent à d'autres éléments agroécologiques.

5.1.2.Faiblesses du système agricole

Les éléments nuisant le plus au système de production dans les montagnes semblent être associés aux éléments relatifs aux caractéristiques techniques et écologiques du système d'exploitation agricole. Tout d'abord, l'intégration des synergies biologiques au sein du système agricole est relativement faible. Si certains agriculteurs ont quelques arbres sur leurs parcelles ou en périphérie, pour d'autres, l'arbre est complètement absent. Par contre, la gestion des systèmes plantes-sols est l'élément nuisant le plus aux synergies des exploitations. Les sols laissés à découvert après la récolte engendrent des perturbations qui nuisent à l'intégrité fonctionnelle des terres. De plus, la faible intégration des cultures avec les élevages ne favorise pas l'utilisation de fumier comme engrais. De surcroît, la faible connectivité entre les agroécosystèmes et les paysages naturels ne permet pas de bénéficier des services écosystémiques liés au cycle des éléments nutritifs dans le sol, de même que la régulation des microclimats et de la rétention des eaux.

Ensuite, le soutien de la communauté est important pour le secteur agricole, mais ses capacités d'intervention en cas d'aléas climatiques sont très limitées. Cet élément nuit à la résilience du système agricole. Selon les résultats des mutuelles en place dans la zone d'intervention, la dette des agriculteurs est limitée et peut généralement être remboursée en totalité. Par contre, ces prêts restent très marginaux et leur accès est limité. De plus, les agriculteurs n'ont pas accès à des assurances en cas de perte, ce qui augmente beaucoup leur vulnérabilité. Ceci est d'autant plus important dans le contexte où la stabilité des revenus et de la production vivrière est en diminution constante. Avec le manque de synergies biologiques, la capacité de récupération des agriculteurs après des perturbations est très limitée.

Et puis, le recyclage des résidus de cultures et autres produits organiques est un élément qui est quasiment absent de la zone d'intervention. En effet, très peu de résidus et de sous-produits agricoles sont récupérés afin d'être utilisés comme engrais. Ils sont plutôt jetés à l'extérieur de la parcelle ou brûlés, ce qui ne favorise pas le cycle de régénération des nutriments du sol. Pour ce qui est de l'économie de l'eau, les agriculteurs n'ont pas accès à du matériel et n'utilisent pas de techniques favorisant une gestion efficace de la ressource. De plus, les sols compactés augmentent la perte par ruissellement de l'eau, ce qui ne permet pas aux cultures d'avoir un accès constant et suffisant en eau. Pour ce qui est de la gestion des semences, il est estimé que moins de 20 % des semences sont autoproduites ou échangées entre les agriculteurs. De ce fait, la grande majorité des agriculteurs sont dépendants des marchés extérieurs pour se procurer leurs semences annuelles.

Et en dernier, l'achat d'intrants provenant de l'extérieur ne favorise pas l'efficacité dans l'utilisation des ressources naturelles produites et disponibles sur le territoire. À l'égard de la gestion de la fertilité des sols, des engrais synthétiques sont utilisés pour certaines cultures spécifiques et en petite quantité en raison de la difficulté d'accessibilité et de leurs coûts élevés. De plus, il n'y a pratiquement aucune pratique biologique de fertilisation en place. Au niveau de la gestion des parasites et des maladies, la situation est sensiblement la même. Lorsqu'utilisés, les pesticides chimiques sont appliqués en petite quantité et spécifiquement à certaines zones de culture. Finalement, la productivité en fonction des besoins des ménages permet de couvrir les besoins alimentaires et d'avoir accès aux produits de première nécessité, mais ne leur permet pas de faire des économies. Il est important de noter qu'il a de plus en plus d'agriculteurs qui ont de la difficulté à couvrir l'entièreté des besoins alimentaires de leur famille.

5.2. Performance du système agricole

À partir des réponses obtenues et présentées aux questionnaires de l'annexe 4, l'intégration des résultats de l'évaluation de la performance permet la mise en évidence des forces et des faiblesses du système. Celles-ci sont utiles pour l'identification des compromis ou des synergies entre les éléments agroécologiques, la durabilité du système de production et les besoins des agriculteurs. De ce fait, les réponses obtenues sont intégrées en accord avec la méthode présentée au chapitre 2 et la grille interprétative présentée à l'annexe 5. L'évaluation de la performance effectuée dans cette section concerne la situation globale dans les montagnes. L'examen des résultats à l'échelle des exploitations pourra être réalisé subséquentement dans le projet avec la participation directe des agriculteurs. Les objectifs seront d'obtenir des données plus spécifiques à chacune des exploitations et d'identifier des solutions localisées.

Cette approche à l'échelle du paysage permet de cibler plus aisément les dimensions du système agricole dont l'état est non viable et d'orienter la sélection d'actions correctives pouvant s'appliquer dans l'ensemble de la zone d'intervention. L'identification de moyens pour améliorer les performances et augmenter la viabilité du système de production a pour but d'accompagner la transition vers un mode de production plus harmonisé avec les besoins locaux. Les résultats pourront être constamment révisés pour suivre l'évolution

de la transition pour l'ensemble de la zone ou pour chacune des parcelles. Ainsi, à l'aide des indicateurs sélectionnés, il pourra être plus simple de prioriser certaines actions afin d'en retirer plus de bénéfices, et ce, potentiellement plus rapidement. Au tableau 5.1 de la page suivante, les résultats intégrés pour chacun des critères de performance fondamentaux y sont présentés avec la côte de durabilité associée.

Tableau 5.1 Résultats de l'évaluation de la performance du système agricole dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti

	Critère fondamental	Résultats	Cote de durabilité
1	Sécurité du régime foncier	Dispose d'un document officiel ET a la perception d'une sécurité foncière ET au moins un droit de vente/léguer/hériter la terre	3
2	Productivité	La valeur de la productivité par personne est légèrement > 1/3 de la valeur moyenne nationale de la production par personne	2
3	Revenu	Perception d'une baisse progressive de revenus	1,5
4	Valeur ajoutée	Valeur ajoutée brute/travailleur familial est légèrement > 0,8 x PIB agricole national par travailleur agricole	2,5
5	Exposition aux pesticides	Quantité de pesticides synthétiques utilisés > quantité de pesticides organiques ET les producteurs n'utilisent pas de pesticides de classe I (hautement toxiques) ET au moins 4 des techniques d'atténuation. Quantité de pesticides utilisés très limitée	3,5
6	Diversité alimentaire	Diversité alimentaire minimale estimée est légèrement < 5	2,5
7	Renforcement de l'autonomie des femmes	60 % ≥ A-WEAI (69 %) < 80 % (Organisation de femmes, impliquées dans les décisions familiales, la commercialisation et possèdent des terres)	3
8	Opportunité d'emploi pour les jeunes	(44 %) < 50 %	2,5
9	Biodiversité agricole	Abondance animale faible, variétés cultivées limitées à quelques espèces dominantes pour le territoire ET intégration de la végétation naturelle, des arbres et des pollinisateurs limités	2
10	Santé du sol	Moyenne (1,6) < 2,5	0,5

De manière générale, l'ensemble des critères évalués montre que le système agricole se situe aux limites entre un degré de durabilité acceptable et non viable. De ce fait, il est possible de croire que si aucune action corrective n'est mise en place, la dégradation du système productif dans les montagnes risque de continuer. Dès lors, les risques liés à la réduction de la résilience des communautés locales et à l'augmentation de leur vulnérabilité aux chocs seront augmentés.

En effet, l'état actuel des sols est la composante du système nuisant le plus à la durabilité du secteur agricole. Ce résultat s'explique par une structure du sol meuble et poudreux ne formant pas d'agrégats avec une compaction importante réduisant grandement la percolation des eaux. Il en résulte à une rétention des

eaux très limitée ainsi qu'à une diminution du taux d'humidité. La compaction avec un taux d'humidité faible dans les sols nuit grandement à la présence d'invertébrés et à l'activité microbienne. De ce fait, la décomposition de la matière organique est lente. De plus, l'érosion continue avec la présence de petits ravins nuit à la conservation du sol dont la profondeur est en constante diminution. À ce rythme, au courant des prochaines décennies, le sous-sol deviendra de plus en plus exposé. Un des éléments qui ne permet pas la lutte contre l'érosion et l'amélioration de la santé des sols est que la couverture des sols est quasiment totalement nue après la récolte.

Bien qu'il y ait la présence d'une certaine diversité agricole et alimentaire sur le territoire de la zone d'intervention, la faible biodiversité spécifique à chacune des parcelles est liée à la dégradation continue du sol. L'absence d'associations et d'intégration verticale limite les espaces cultivés à moins de trois cultures. La faible diversité biologique des exploitations nuit à la productivité des terres en montagne. Comme une grande partie de l'agriculture y est faite sur des pentes abruptes, l'absence d'arbres et d'autres espèces vivaces nuit à la lutte contre l'érosion et engendre un appauvrissement continu du sol. De plus, une faible diversité réduit les opportunités liées à une meilleure gestion du cycle des nutriments et à l'augmentation de la rétention des eaux. Ainsi, la santé du sol et la biodiversité agricole nuisent à la productivité des exploitations. De plus, l'intégration d'une plus grande biodiversité à l'échelle des parcelles peut favoriser une augmentation de la productivité en offrant une plus grande diversité de cultures vivrières sur un même espace. Sous le mode de culture actuelle, il est donc difficile d'intégrer plus de synergies et de méthodes permettant le recyclage de la matière organique dans le système. Ceci explique la note relativement faible de la productivité ainsi qu'une grande partie du problème lié à la santé du sol.

De surcroît, les éléments présentés précédemment influencent la performance des autres critères fondamentaux à la durabilité du système agricole. La faible biodiversité agricole limite l'offre d'une certaine diversité alimentaire. De plus, en cas d'aléas climatiques ou d'événements hors du contrôle des producteurs, l'offre alimentaire peut être grandement affectée par la perte des cultures. La réduction progressive de la productivité des terres y joue un rôle également. Ces aspects du système agricole de la zone d'intervention expliquent en partie la réduction progressive du revenu. De plus, la faible biodiversité agricole limite les opportunités visant à augmenter la valeur ajoutée liée au développement d'activités économiques des secteurs secondaires de l'agriculture comme la transformation de produits dérivés. Il est important de noter que le manque de ressources financières et l'accessibilité limitée aux intrants extérieurs expliquent pourquoi les communautés ne sont que très peu exposées aux pesticides malgré le manque de techniques de mitigation. De ce fait, il est intéressant de promouvoir une plus grande biodiversité afin de favoriser les synergies et le recyclage sans apports financiers supplémentaires. L'augmentation du nombre d'espèces sous cultures avec des associations avec les arbres peut constituer un point de départ intéressant pour développer de nouvelles opportunités d'emploi dans les communes de la zone d'intervention. Ainsi, la valeur humaine et sociale de l'agriculture pourrait être bonifiée ce qui augmenterait la cote de durabilité liée à l'autonomie des femmes et aussi stimuler les jeunes à vouloir travailler en

agriculture. À cet égard, il est important de prendre conscience que si le régime foncier est acceptable en termes de durabilité, il permet aussi le morcellement des terres lorsqu'elles sont léguées ou héritées, ce qui peut engendrer une perte des bénéfices associés à la transition agroécologique.

À dessein de bien illustrer et assurer une interprétation adéquate des résultats de l'évaluation de la performance pour l'ensemble de la zone d'intervention, la schématisation par une flèche de durabilité est utilisée et présentée à la figure 5.2.

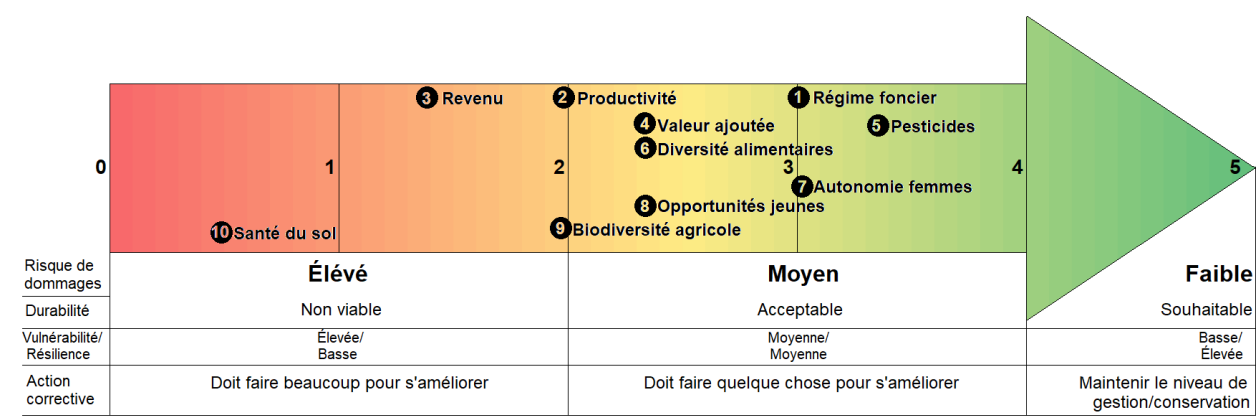


Figure 5.2 Degré de vulnérabilité et de résilience générale des exploitations agricoles à partir de l'évaluation de la performance du système agricole dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti

Inspiré de : Altieri *et al.* (2015), p. 24

5.3. Actions correctives prioritaires

L'identification d'actions correctives prioritaires pour la transition agroécologique a pour objectif d'orienter la sélection du système agroforestier qui fait l'objet de la revue de littérature dans le chapitre suivant. Ainsi, la sélection d'un système intégrant les principes de l'agroécologie et dont le contexte est similaire se devra de répondre aux besoins pour la transition du système de la zone d'intervention. L'évaluation de la performance a permis d'identifier trois critères fondamentaux se devant d'être implantés. Les deux plus importants se rapportent à la dimension environnementale du système, soit la santé du sol et la biodiversité agricole. Le troisième critère est la productivité par unité de surface qui se rattache davantage à la dimension économique. Ces trois critères sont directement liés aux caractéristiques écologiques du système nuisant le plus à la durabilité du secteur agricole des montagnes. C'est-à-dire que pour favoriser la viabilité des exploitations, il est nécessaire d'augmenter les synergies, l'efficacité dans l'utilisation des ressources, d'assurer un maximum de recyclage et de concevoir un système résilient. Pour ce faire, la diversité est un élément primordial pour y parvenir. En effet, même si la diversité agricole à l'échelle du paysage est acceptable en termes de durabilité, dans les parcelles sous exploitations, elle est très limitée.

La présence d'une biodiversité agricole élevée favorise l'implantation de synergies biologiques qui vont soutenir la production et permettre aux agriculteurs de bénéficier d'une multitude de services

écosystémiques. Pour ce faire, l'intégration d'une plus grande variété végétale comme les arbres, les arbustes, les plantes, et les tubercules peut être effectuée de manière à utiliser plus efficacement l'espace disponible sur les parcelles. Comme discuté précédemment, les arbres peuvent accompagner les actions visant la régénération et la conservation des sols de manière à réduire la compaction, l'exposition et l'érosion tout en améliorant la structure, l'apport nutritif, les activités de décomposition et la rétention de l'eau. De plus, dépendamment de la densité arborée et arbustive, la formation d'un microclimat peut favoriser la régulation de l'eau et de la température à l'échelle de la parcelle. Ainsi, l'intégration verticale d'une diversité de culture peut permettre l'utilisation des ressources dans le sol à différentes profondeurs sans générer de compétition pour les mêmes ressources et augmenter leur disponibilité.

Dès lors, les espèces productives sous la canopée peuvent bénéficier d'une meilleure accessibilité nutritive et hydrique. Cette augmentation de l'efficacité par la présence des arbres dans l'agroécosystème permet de réduire les pertes au sein du système. L'ensemble des composantes, comme la litière générée par les arbres et les résidus de cultures, peuvent être réutilisées comme engrais organiques et aussi comme techniques dans la lutte contre l'érosion et pour la rétention de l'eau. La récupération de plus de matières organiques peut favoriser une production agricole avec des coûts économiques et environnementaux moindres. C'est pourquoi il est important de mettre en place des stratégies permettant de récupérer les rebuts organiques provenant de la transformation de certains produits agricoles, de la déjection des animaux ou même des résidus des cultures annuelles. En effet, le système doit être pensé de manière à maximiser la fermeture des cycles nutritif et hydrique. Cette gestion du mode de culture va aussi permettre d'augmenter la résilience des exploitations qui vont se traduire par une réduction de l'exposition des cultures aux chocs climatiques et de la dépendance des agriculteurs aux intrants extérieurs. Les associations de plantes peuvent être pensées de manière à augmenter le contrôle des ravageurs par l'intégration d'espèces qui attireront des espèces prédatrices.

Une fois ces composantes en place, il reste tout de même possible d'intégrer des compromis pour des cultures héliophiles qui pourraient laisser le sol à nu. Par contre, par la diversité augmentée des exploitations, l'utilisation de techniques de mitigation pour assurer une meilleure rétention des eaux et limiter les phénomènes érosifs sera plus facilement applicable. Cette efficacité dans l'utilisation des ressources devrait permettre d'augmenter l'indépendance des producteurs aux intrants extérieurs et d'augmenter leur résilience économique. Les autres caractéristiques et critères fondamentaux à la performance sont importants, mais leurs interconnexions avec les éléments agroécologiques présentés devront être pensées avec les agriculteurs. Les éléments sélectionnés vont permettre d'orienter la conception et le changement de paradigme nécessaire pour la mise en place d'un nouveau système de culture. Les éléments sélectionnés permettront à l'IRATAM d'accompagner les agriculteurs dans la conception du système de production. Ainsi en fonction de ce qui sera décidé par les agriculteurs, il sera plus facile d'identifier des solutions pour ces éléments indirects au mode d'exploitation des terres et d'harmoniser le développement d'activités secondaires spécifiques à chacune des cinq communes.

L'accompagnement des agriculteurs dans l'évaluation de leurs exploitations est pertinent afin d'obtenir un portrait spécifique et suivre l'évolution de leur propre transition. Du même fait, l'évaluation spécifique aux parcelles agricoles permettra de mieux cibler les techniques qui sont adaptées aux contextes et aux parcelles des agriculteurs. Cet accompagnement pourrait favoriser le développement de leur autonomie dans la mise en application de techniques et de modes de culture plus viables. La caractérisation future des parcelles pourra être utile afin d'effectuer des comparaisons relevant les différences entre les systèmes selon le degré de transition des exploitations ou de suivre l'évolution de la transformation du paysage des montagnes. L'exercice peut soutenir l'autoréflexion et la réflexion entre pairs en plus d'alimenter la discussion sur la manière d'aller plus loin dans la transition agroécologique (Altieri, 2018).

Chapitre 6

Agroécosystème, de la théorie à la mise en pratique

À dessein d'améliorer la productivité des terres agricoles tout en intégrant des cultures vivrières que les agriculteurs sont désireux de cultiver, il est important d'assurer la conservation et la régénération des ressources naturelles telles que le sol, l'eau et la biodiversité (Altieri *et al.*, 2015; Gliessman & Rosemeyer, 2009). Au cours des dernières décennies, l'intégration de synergies biologiques au sein des activités productives de certains pays a rendu possible la modernisation des techniques de production agricole et forestière. Bien que ces systèmes ont permis d'augmenter la résilience des écosystèmes aux différents chocs, la structure en rang des plantations sont généralement constituées de peuplements arborés dont l'âge, la génétique et l'espacement sont uniformes (Nair, 2017). Les paysages formés par ces systèmes sont bien loin des forêts tropicales humides et ne permettent pas d'assurer la durabilité des exploitations, et ce, plus particulièrement dans le cas des communautés vulnérables (Altieri *et al.*, 2017; Nair, 1997). En effet, ces systèmes sous exploitations nécessitent l'apport d'intrants externes et de techniques qui peuvent être dispendieuses. L'un des principes à intégrer dans l'élaboration d'un agroécosystème durable est que pour maximiser le rendement et donc le profit, ces systèmes agricoles doivent intégrer des associations d'une grande diversité de plantes et d'arbres (Altieri *et al.*, 2017; Nair, 2017). Ainsi, l'agrosystème est pensé de manière à intégrer des interactions écosystémiques plus complexes semblables aux systèmes naturels (Altieri, 2018; Gliessman, 2014).

Dans l'intention d'orienter la transition agroécologique du système de production agricole dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti, une revue de littérature est effectuée dans ce chapitre. Pour ce faire, une présentation générale de ce qu'est un agroécosystème sous forme de système agroforestier à multiétage (AFM-e) est effectuée avant d'aborder plus précisément le modèle des jardins familiaux de Chagga en Tanzanie. La discussion concernant les AFM-e permet d'exposer les paramètres menant à l'utilisation de méthodes de production qui rétablissent les mécanismes homéostatiques. L'approche proposée vise à accompagner la transition pour assurer une plus grande stabilité productive ainsi que l'augmentation des bénéfices perçus par la communauté. L'intégration des notions de conservation des ressources renouvelables, de l'adaptation des cultures à l'environnement et du maintien d'un niveau de productivité élevé sont des éléments centraux dans ce chapitre. Les travaux d'accompagnement de l'IRATAM avec les agriculteurs visant la réduction de la vulnérabilité ainsi que l'augmentation de la résilience devront mettre l'accent sur la durabilité écologique à long terme plutôt que sur la productivité à court terme (Altieri *et al.*, 2015).

6.1. Système agroforestier à multiétage

L'utilisation de AFM-e est prédominante dans les régions chaudes et plus particulièrement en zone intertropicale (Nair, 1997; 2017). Ce type de SAF peut être décrit en deux groupes distincts. La présentation

de ces deux groupes de AFM-e a pour objectif de mettre en évidence les caractéristiques écosystémiques et les modes d'utilisation des ressources de chacun d'eux. Le premier groupe inclut les AFM-e à base de palmiers ainsi que les jardins familiaux dont les caractéristiques sont similaires. Le deuxième groupe inclut les systèmes de couverture permanente destinés aux plantations de café, de cacao et de thé. Ce type de système est abordé principalement pour ses caractéristiques fonctionnelles et ses modes de gestion. L'hétérogénéité spatiale et temporelle, la pérennité ainsi que la diversité structurelle et fonctionnelle sont les propriétés écologiques qui sont fondamentales pour de tels systèmes (Nair, 2017).

Bien que les deux types de systèmes mentionnés ci-dessus partagent la configuration de couvert multistratégique qui est caractéristique de tous les AFM-e, ces systèmes sont différents sur les plans structurel et fonctionnel (Nair, 2017). Les systèmes de couverture permanente sont composés généralement d'au maximum deux espèces ligneuses dominantes en association avec un nombre restreint de cultures de rentes (Beer *et al.*, 1997; Nair, 2017). Alors que les jardins familiaux sont constitués d'un nombre plus élevé d'espèces végétales occupant différentes strates verticales comme les arbres, les arbustes, les vignes ainsi que les plantes herbacées (George & Christopher, 2020; Nair, 2017). Une autre différence réside dans l'importance de l'interaction socioculturelle dans la gestion de ces systèmes. Les jardins familiaux sont des petites exploitations familiales de moins d'un hectare, gérées principalement par la main-d'œuvre familiale, avec une utilisation minimale de produits chimiques et de machines (Liniger *et al.*, 2011; Nair, 2017) tandis que les systèmes de couverture permanente sont davantage dédiés aux exploitations commerciales impliquant une forte main-d'œuvre et des machines (Beer *et al.*, 1997; Nair, 2017). Il reste tout de même pertinent d'en discuter de manière à élargir le champ des possibilités relatives à la transition agroécologique du mode de production dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti.

6.1.1. Systèmes multiespèces à base de palmiers et les jardins familiaux

Une proportion importante des AFM-e retrouvés dans la zone intertropicale ont évolué à partir de systèmes indigènes. Ces systèmes ont été adaptés aux besoins productifs des populations locales tout en conservant leur intégrité fonctionnelle (Nair, 1997). Les caractéristiques écologiques, socioculturelles et la gestion des jardins familiaux tropicaux à forte intensité d'espèces sont similaires à celles des systèmes plurispécifiques tels que la permaculture et les forêts nourricières (Nair, 2017; Webb & Kabir, 2009). Depuis le début des années 2000, dans l'occident, ces modes de culture ne cessent de gagner en popularité puisqu'ils sont plus respectueux de l'environnement, moins exigeants en termes de travail et qu'ils reprennent l'efficacité fonctionnelle des écosystèmes forestiers naturels (Nair, 2017; FAO, 2018a).

L'une des familles de plantes vivaces les plus courantes dans ce type de AFM-e au sein des régions tropicales est celle des palmiers appartenant à la famille des *Arecaceae* (Johnson, 2010). Plus particulièrement, le cocotier (*Cocos nucifera*) est l'espèce la plus fréquemment cultivée (Nair, 2017). Bien que les palmiers ne soient pas des arbres, ils permettent tout de même de mettre en place des associations intimes avec d'autres espèces cultivées en intercalaire. Ces associations à partir d'intégrations verticales

avec une grande diversité de cultures sont principalement effectuées sur des petites exploitations de moins de 2 ha. Cet usage plus efficace de l'espace disponible assure, pour les communautés, une alimentation saine et variée (Gliessman, 2014; Nair, 2017). L'intérêt pour les palmiers se justifie par ses caractéristiques de croissance qui permettent la pénétration de la lumière jusqu'au sol où d'autres activités productives y ont été intégrées. Une fois à maturité, la couronne apicale des palmiers, composée d'une quarantaine de feuilles, occupe un diamètre d'environ 7 m. Durant les 10 à 70 ans de leur vie adulte, les palmiers peuvent atteindre une hauteur de 30 m et leur tige principale n'augmente pas de diamètre (Nair, 2017). Ainsi, les associations via l'intégration verticale d'autres espèces spécialisées peuvent permettre d'augmenter du même fait la diversité des activités productives, le rendement à l'hectare, et ce, sans avoir à augmenter la superficie des terres cultivées sur le territoire (Altieri *et al.*, 2017; Gliessman, 2014). Les cultures intercalaires principalement retrouvées dans ces petites exploitations sont constituées d'une variété d'herbes, de vignes, d'arbustes et d'arbres. Cette intégration verticale des cultures vivrières comme les racines et tubercules, les arbres fruitiers et à usages multiples ainsi que les plantes médicinales favorisent l'accessibilité pour les communautés à une multitude de produits et à de nouveaux secteurs économiques secondaires (Gliessman, 2014; Nair, 2017; Wezel *et al.*, 2009). Ces produits peuvent être utiles pour l'alimentation, le fourrage, le bois, les médicaments ainsi que d'autres produits de première nécessité (Kumar, 2011; Nair, 2017).

La densification et la diversification des activités productives via l'intégration verticale par le mode de culture intercalaire sont généralement associées à une hausse des revenus pour les producteurs (Altieri *et al.*, 2015; Gliessman, 2014; Nair, 2017). Ceci est d'autant plus vrai lorsque la diversité et les caractéristiques fonctionnelles des forêts tropicales sont prises en compte dans le mode de culture. C'est pourquoi le type d'AFM-e présenté dans cette section constitue un mode de production plus performant que les systèmes commerciaux en termes de sécurité alimentaire, de fonction environnementale et écosystémique, d'économie circulaire et solidaire ainsi que de bénéfices sociaux (Tipraqsa *et al.*, 2007). En comparant la similarité écologique, la diversité et la richesse des espèces entre les jardins familiaux et les forêts naturelles avoisinantes dans l'État de Kerala en Inde, Kumar (2011) a remarqué de grandes similitudes avec les écosystèmes naturels. La grande similitude peut être interprétée comme un indicateur fort de la durabilité écologique.

6.1.2. Systèmes de couverture permanente et de cultures vivaces

La dénomination d'un système de couverture permanente et de cultures vivaces est utilisée pour définir un type d'agroforesterie dont les associations des cultures tolérantes ou adaptées à l'ombre sont intégrées sous de grands arbres (Nair, 2017). Ces arbres occupant la canopée émergente permettent de réduire les rayons lumineux atteignant le sol. Les principales associations retrouvées dans ces systèmes sont des plantations de cacao (*Theobroma cacao*), de café (*Coffea spp.*) et de thé (*Camellia sinensis*) (Beer *et al.*, 1997; Nair, 2017; Nijmeijer *et al.*, 2019). De manière générale, ce type de système a une orientation plus

particulièrement axée sur les cultures ayant une valeur économique (Nair, 2017). La diversité végétale présente dans ces systèmes tend à occuper l'ensemble des strates verticales de l'agroforêt pour y introduire des arbustes qui occuperont la canopée basse telle que le moringa (*Moringa oleifera*) ainsi que des vignes occupant les strates plus près du sol (Nair, 2017). Certains de ces systèmes vont intégrer des espèces vivaces spécialisées selon les besoins de la communauté (George *et al.*, 2020; Nair, 2017). De plus, selon la densité de l'agroforêt, des associations localisées avec des cultures plus exigeantes en soleil peuvent être intégrées dans le système de couverture permanente au gré des agriculteurs (Gliessman & Rosemeyer, 2009; Tschardt *et al.*, 2011).

La présence du cacao dans ce type de système s'explique par le fait qu'il est une espèce de sous-bois dans son habitat d'origine (Nair, 2017) et est cultivé presque exclusivement à l'ombre sous une variété d'arbres et de bananiers (*Musa spp.*) (Beer *et al.*, 1997; Brito-Vega *et al.*, 2018). Dans le cas du café, les cultures à l'ombre sont généralement associées à une plus grande richesse en termes d'arôme et de goût et elles sont associées à un prix de vente supérieur (Beer *et al.*, 1997; Nair, 2017). Actuellement, la culture du café est principalement effectuée au soleil et nécessite plus d'intrants chimiques dans la lutte contre les ravageurs et les maladies et elle est généralement associée à un meilleur rendement à l'hectare que les cultures d'ombres (Nair, 2017). Ceci étant dit, les caféiers d'ombrage dans un système de couverture permanente sont aussi associés à une meilleure résistance aux sécheresses et aux chaleurs extrêmes et aident à réduire les pertes liées aux ravageurs et aux maladies (Beer *et al.*, 1997; Boreux, Vaast *et al.*, 2016). Ce type d'AFM-e permet aux agriculteurs d'obtenir des services écosystémiques de grande valeur pour soutenir les moyens de subsistance (Nair, 2017). Les principaux services écosystémiques perçus sont associés à la régulation du climat, la conservation de la biodiversité, l'approvisionnement en eau potable, le maintien de la fertilité des sols et le stockage du carbone (Beer *et al.*, 1997; Lin, 2007; Nair *et al.*, 2009).

6.2. Caractéristiques associées aux AFM-e

La présence d'une biodiversité élevée dans les paysages naturels s'avère être l'une des meilleures défenses de l'humanité contre les conditions climatiques extrêmes et la hausse des températures (Duffy *et al.*, 2017). Au Bangladesh, les jardins familiaux occupent près de 12 % de la superficie du territoire terrestre et constituent l'un des seuls habitats pour les arbres dans le pays (Webb & Kabir, 2009). Ces AFM-e représentent l'une des peu nombreuses façons d'assurer la conservation des plantes et des animaux sauvages à l'extérieur des aires protégées. Kabir et Webb (2008) ont inventorié 419 espèces différentes à partir d'observations sur 109 jardins familiaux. En moyenne, pour un jardin de 0,08 ha, 34 espèces de végétaux sont intégrés dans le système avec environ 107 arbres et arbustes. L'arrangement des différentes composantes du système est effectué en fonction des besoins et des préférences des agriculteurs. L'adaptation des pratiques agricoles sur la base de l'intégration des arbres avec une grande diversité de culture vivrière peut favoriser les synergies biologiques tout en bonifiant la résilience sociale et écosystémique (Altieri *et al.*, 2017; Gliessman, 2014).

L'un des éléments fondamentaux justifiant l'intérêt pour les AFM-e est associé au concept de l'utilisation de niches écologiques complémentaires. Le principe étant que plus le nombre d'espèces est élevé dans un système, plus le spectre d'utilisation des ressources serait grand (Harper, 1977 cité dans Nair, 2017). C'est-à-dire que les systèmes d'utilisation des terres plus complexes, comme les forêts tropicales humides, permettraient un partage et une efficacité dans l'utilisation des nutriments, de la lumière ainsi que de l'eau. La diversité structurelle d'un AFM-e entraînerait un resserrement des cycles des nutriments qui le rendrait plus productif. L'une des hypothèses émises par Tilman & Snell-Rood (2014) est que la niche occupée par les espèces présentes dans l'écosystème est différente, ce qui permettrait à un plus grand nombre d'espèces compétitrices de coexister. Ce phénomène favoriserait l'établissement d'une plus grande diversité végétale, ce qui permettrait d'augmenter la productivité de l'écosystème. Les travaux de Chesson (1994) concernant la compétition multiespèce abordent les mécanismes de coexistence au sein des écosystèmes naturels. Le mécanisme communément appelé l'effet de stockage vient appuyer l'hypothèse de complémentarité d'usage des niches écologiques. En effet, les espèces ont une réponse adaptative spécifique aux changements environnementaux, comme les variations climatiques, la disponibilité des nutriments ou l'effet de la prédation. Ces adaptations sont emmagasinées et génèrent un effet tampon contre les conditions défavorables. De ce fait, la relation entre les changements environnementaux ainsi que la compétition interspécifique soutiennent la coexistence des espèces occupant la même niche écologique via l'effet tampon (Chesson *et al.*, 2001; Pacala & Tilman, 1994).

Dans cette section, les principes fondamentaux des agroécosystèmes sont présentés de manière à favoriser l'accompagnement des agriculteurs par l'IRATAM. Pour ce faire, les éléments essentiels pour le déploiement d'un système autonome et diversifié sont discutés. Ensuite, une attention particulière est portée aux stratégies visant la conservation et la régénération des sols fragiles. Finalement, les interconnexions induites dans ces systèmes sont abordées afin d'assurer l'efficacité dans l'utilisation des ressources et la mise en place de synergies.

6.2.1. Système autonome et diversifié

Les concepts de base d'un système agricole autonome, à faible niveau d'intrants, diversifié et efficace, sont généralement associés à des systèmes alternatifs permettant de répondre aux besoins spécifiques des communautés. Une des stratégies qui est couramment utilisée demande la restauration de la diversité agricole dans le temps et l'espace, la rotation des cultures, les cultures de couverture ainsi que l'association de cultures avec des élevages (Altieri *et al.*, 2015; Gliessman & Rosemeyer, 2009). Il existe de nombreuses approches de diversification alternatives qui présentent des effets bénéfiques sur la fertilité des sols, la protection des cultures et le rendement agricole. Pour ce faire, le point clé à la conception d'agroécosystèmes est la prise en considération de deux fonctions écosystémiques fondamentales à la productivité biologique. Premièrement, la biodiversité élevée en micro-organismes, en végétaux et en animaux permet une gestion des terres similaire aux écosystèmes naturels (Altieri *et al.*, 2017). Et

deuxièmement, le recyclage biologique des nutriments et de la matière organique est lié à la santé du sol par la fermeture des cycles nutritifs et la réduction des pertes des éléments nutritifs (Altieri *et al.*, 2017; Gliessman & Rosemeyer, 2009). Ces agroécosystèmes sont généralement pensés de façon à assurer et à conserver l'intégrité écologique et fonctionnelle tout au long de l'exploitation humaine. Ainsi, l'impact continu de l'exploitation des terres peut devenir marginal et réversible tout en offrant une grande variété de produits et de services pour les communautés locales (Leménager & Ehrenstein, 2016; Nair, 2017).

Les agroécosystèmes tels que les AFM-e, tendent à intégrer les fondements écologiques qui en font des modèles d'exploitation des terres dont les caractéristiques individuelles leur sont propres et uniques (Altieri *et al.*, 2017; Nair, 2017). Les limites physiologiques des cultures, la capacité de charge de l'habitat et les coûts externes de l'amélioration de la production sont des facteurs limitants à la productivité (Gliessman & Rosemeyer, 2009). Ces caractéristiques varient en fonction des cultures, des zones géographiques et des objectifs de gestion, et sont donc très spécifiques à chaque site. Toutefois, des orientations générales pour la conception de systèmes de culture équilibrés et bien adaptés peuvent être tirées de l'étude des caractéristiques structurelles et fonctionnelles de l'écosystème naturel ou semi-naturel restant dans la zone d'intervention.

Dans les AFM-e, la couverture permanente du sol, le recyclage des nutriments, la protection des cultures et la lutte contre les ravageurs peuvent être implicites dans le fonctionnement de l'agroécosystème (Pilgrim *et al.*, 2018). Si la diversité productive est suffisamment élevée et accompagnée d'autres espèces végétales comme les plantes médicinales et autres herbes indigènes, les mécanismes de régulation pourront être rétablis comme dans les forêts naturelles (Altieri *et al.*, 2015). Les tâches restantes pourront concerner l'éclaircissement de la canopée ainsi que la récolte des cultures. Outre ces éléments, pour des zones intégrant une production non permanente, l'ajout de résidus de culture, de compost, de paille ou de fumier sera nécessaire pour enrichir le sol et pour contrer les différents phénomènes érosifs (Liniger *et al.*, 2011). Par le fait même, la rétention de l'eau pour ces cultures devrait être bonifiée (Pilgrim *et al.*, 2018). De plus, si la majorité du système ne demande que très peu de travail de gestion, il favorise l'autonomie des agriculteurs. En bonifiant les opportunités pour le recyclage des nutriments, il est possible de limiter, voire éliminer les besoins pour des intrants chimiques dispendieux (Altieri *et al.*, 2017). En effet, un AFM-e a pour avantage d'augmenter la disponibilité des ressources locales pour fertiliser le sol. Il en est de même pour la lutte contre les ravageurs. En cas d'évènement hors de leur contrôle, ils sont moins à risque de perdre la totalité de leurs cultures. La somme de ces composantes avec une diversité productive annuelle élevée peut être bénéfique pour la sécurité alimentaire et les opportunités de commercialisation (Gliessman, 2014).

Les fondements agroécologiques pour la mise en place d'un AFM-e sont déclinés en cinq principes (Altieri *et al.*, 2017; Gliessman & Rosemeyer, 2009). Ces principes sont essentiels pour la conceptualisation d'un système productif et durable. Du point de vue de la gestion, quatre composantes définissent les bases devant être intégrées au sein de l'agroécosystème pour améliorer et maintenir les deux fonctions écosystémiques fondamentales (Altieri *et al.*, 2017). La diversification des stratégies de gestion au sein de

l'agroécosystème tend à augmenter les interactions entre les composantes, ce qui peut entraîner plusieurs effets bénéfiques. Le tableau 6.1 permet de mettre en relation les principes fondamentaux avec les composantes et stratégies essentielles pour assurer la réussite de la transition du mode de culture. Les bénéfices associés y sont aussi présentés.

Tableau 6.1 Stratégies visant à conceptualiser un AFM-e autonome et diversifié

Principes	Composantes	Bénéfices
1. Optimisation des flux de nutriments et le recyclage de la biomasse;	1. Couverture végétale en tant que mesure efficace de conservation des sols et de l'eau, grâce à l'agriculture sous paillis, de cultures de couverture;	1. Une couverture végétale continue pour la protection des sols;
2. Gestion de la matière organique du sol et la stimulation de son activité biotique;	2. Approvisionnement régulier en matières organiques par l'ajout de fumier, compost ou résidus de cultures pour effectuer la promotion de l'activité biotique du sol;	2. Production constante de denrées alimentaires, garantie d'une alimentation variée et commercialisation des produits;
3. Minimisation des pertes en matière d'énergie solaire, d'eau et d'air par une gestion microclimatique et par une protection du sol;	3. Mécanismes de recyclage des nutriments par l'utilisation de rotations de cultures, de systèmes mixtes culture/élevage, de systèmes agroforestiers et de cultures intercalaires à base de légumineuses;	3. Fermeture des cycles des nutriments et utilisation efficace des ressources locales;
4. Diversification des espèces et variétés génétiques cultivées dans le temps et dans l'espace;	4. Régulation des nuisibles assurée par une activité accrue des agents de contrôle biologique grâce à des manipulations de la biodiversité et à l'introduction et/ou la conservation d'ennemis naturels.	4. Conservation du sol et de l'eau grâce au paillage et à la protection contre le vent;
5. Accroissement des interactions et des synergies biologiquement bénéfiques entre les cultures et le paysage naturel.		5. Amélioration de la lutte biologique contre les parasites grâce à la diversification;
		6. Augmentation de la capacité d'utilisation multiple du paysage;
		7. Production végétale durable sans utilisation d'intrants chimiques dégradant l'environnement.

Source : Altieri *et al.* (2017) et Gliessman & Rosemeyer (2009)

6.2.2. Conservation et régénération des sols

L'élément nuisant le plus à la durabilité ainsi qu'au maintien de la productivité du secteur agricole haïtien dans les montagnes du Nord-Est est la santé des sols. De ce fait, il est important de discuter des principes

biologiques liés au mode de culture visant à améliorer la qualité des sols. La transition vers l'agroforesterie constitue la base des actions devant être mises en place afin d'augmenter la quantité de nutriments, l'activité biotique ainsi que le taux d'humidité (Diallo *et al.*, 2019; Muchane *et al.*, 2020). Sans la régénération des sols, le seul moyen possible pour augmenter le rendement des cultures est l'utilisation d'intrants chimiques. Par contre, il ne s'agit pas d'une solution viable d'autant plus que le contexte socioéconomique dans les montagnes du Nord-Est ne le permet pas. Dès lors, il est important de prendre conscience des différents facteurs liés à l'amélioration de la qualité des sols fragiles. Ces facteurs sont directement liés aux principes présentés précédemment.

La structure de l'agroécosystème ainsi que la préservation de la biodiversité sont des facteurs incontournables. Dans les systèmes traditionnels, la stabilité et la résilience des exploitations s'expliquent par la disposition spatiale et temporelle intégrant une forte biodiversité (Pilgrim *et al.*, 2018). Les caractéristiques structurelles de l'AFM-e doivent permettre une efficacité dans l'utilisation des ressources gratuites comme la lumière, le sol ainsi que l'eau. Pour ce faire, l'intégration d'espèces permanentes dans le système constitue un moyen de protection contre l'érosion par l'eau de pluie, de ruissellement, ainsi que par le vent (Gliessman & Rosemeyer, 2009). Pour limiter les pertes de nutriments, il est important que la quasi-totalité de la surface du sol soit physiquement protégée (Muchane *et al.*, 2020). Dès lors, il sera plus simple de limiter la perte de la couche arable par lessivage ou érosion éolienne. De plus, le taux de prélèvement des nutriments doit demeurer faible afin de conserver une quantité élevée de biomasse dans le système (Altieri *et al.*, 2017). Outre la biomasse des espèces pérennes, il est pertinent de laisser la biomasse résiduelle issue du bois, des résidus de culture ou de la matière organique du sol au sein des exploitations.

Une biodiversité élevée augmente la disponibilité des ressources rendant plus efficaces les cycles nutritifs. En effet, ils constituent, entre autres, une source de carbone essentielle au soutien de la productivité des cultures (Nair *et al.*, 2009). C'est pourquoi le recyclage de la biomasse résiduelle est primordiale puisque la productivité est directement liée à la disponibilité ainsi qu'au flux des nutriments (Altieri, 2018; Diallo *et al.*, 2019). De ce fait, la réduction de la perte d'éléments nutritifs par l'érosion ainsi que par le prélèvement devrait augmenter la durabilité des exploitations et améliorer l'efficacité des cycles nutritifs. L'utilisation d'une couverture végétale permet de réduire la détérioration physique, comme le compactage, nuisant à l'infiltration des eaux et limitant le potentiel productif des terres (Pilgrim *et al.*, 2018). Lorsque les sols sont érosifs, une biodiversité élevée associée à un taux constant de biomasse permet aussi l'amélioration de la structure du sol grâce au système racinaire. En effet, l'intégration verticale d'une variété d'espèces végétales permet la décompaction des sols à différentes profondeurs (Muchane *et al.*, 2020). Du même fait, il est possible d'augmenter l'infiltration des eaux dans le sol, ce qui permet d'assurer un taux d'humidité suffisant pour assurer le développement d'une communauté de micro-organismes (Diallo *et al.*, 2019). Ceux-ci rendront accessible la biomasse résiduelle en la transformant. Que ce soit par une couverture continue ou par des résidus de cultures qui sont utilisés dans le système, ce type de stratégies de gestion

est crucial pour améliorer et conserver les sols (Altieri *et al.*, 2017; Gliessman & Rosemeyer, 2009). Et ceci est particulièrement important dans les zones pentues.

6.2.3. Interconnexion et caractéristiques du mode de culture

Dans les différentes zones rurales des pays du Sud, l'agriculture est un moteur alimentaire et économique important depuis plusieurs décennies. Le manque de soutien institutionnel accompagné par l'accès limité à des capitaux ont mené au développement de systèmes autonomes assurant le maintien de la productivité des exploitations (Altieri, 2018). Et ce, plus particulièrement lorsque les sols sous culture étaient de mauvaise qualité (Nair, 2017). Les systèmes ayant connu le plus de succès intègrent un mode de gestion agricole traditionnel et adapté aux conditions locales. Ces systèmes présentent plusieurs éléments favorisant leur durabilité. En plus d'être bien adaptées à leur environnement, les petites exploitations décentralisées n'ont eu d'autres choix que de maximiser l'utilisation des ressources locales et donc, de préserver les ressources naturelles autant au sein des exploitations que dans le paysage environnant (Altieri, 2018). Les systèmes sous exploitations respectent les principes nécessaires à la conservation et la régénération des sols et intègrent une biodiversité élevée dont une proportion importante est permanente (Nair, 2017; Pilgrim *et al.*, 2018). Dès lors, l'association des polycultures est effectuée en harmonie avec le maintien des communautés végétales naturelles (Altieri, 2018). Les communautés végétales naturelles peuvent aussi bien être présentes à l'intérieur même des parcelles qu'en marge. Cet élément caractéristique du mode de culture sous AFM-e est important pour maximiser le nombre d'interactions trophiques ainsi que pour assurer une couverture permanente du sol. Pour assurer une transition adéquate du mode de culture, la liste ci-dessous présente les sept points inhérents à cette cohabitation identifiée par Altieri (2018) :

- Diversité génétique des espèces végétales;
- Relations trophiques complexes entre les cultures, les mauvaises herbes, les insectes et les agents pathogènes;
- Cycles nutritifs fermés, de nombreux éléments nutritifs étant fournis par la rotation, la jachère ou le fumier;
- Couverture végétale du sol tout au long de l'année;
- Utilisation efficace de l'eau, du soleil et du sol;
- Faible risque de perte totale des cultures, grâce à la diversité;
- Niveau élevé de stabilité de la production, grâce à la compensation par les différentes composantes en cas de défaillance de l'une d'entre elles.

Ceci étant dit, il est important de mettre en lumière comment les interconnexions prennent forme au sein des AFM-e. La figure 6.1 met en relation différentes caractéristiques structurelles et fonctionnelles qui sont présentes dans la majorité des agroécosystèmes. La schématisation des différentes stratégies comme l'intégration des arbres et les polycultures, les pratiques de conservation des sols et des ressources

hydriques permet de représenter ces interconnexions ainsi que les similarités avec les écosystèmes naturels. Ces éléments sont pertinents dans une optique de renforcement des capacités et de la sécurité alimentaire visant à développer l'autonomie des agriculteurs de la zone d'intervention.

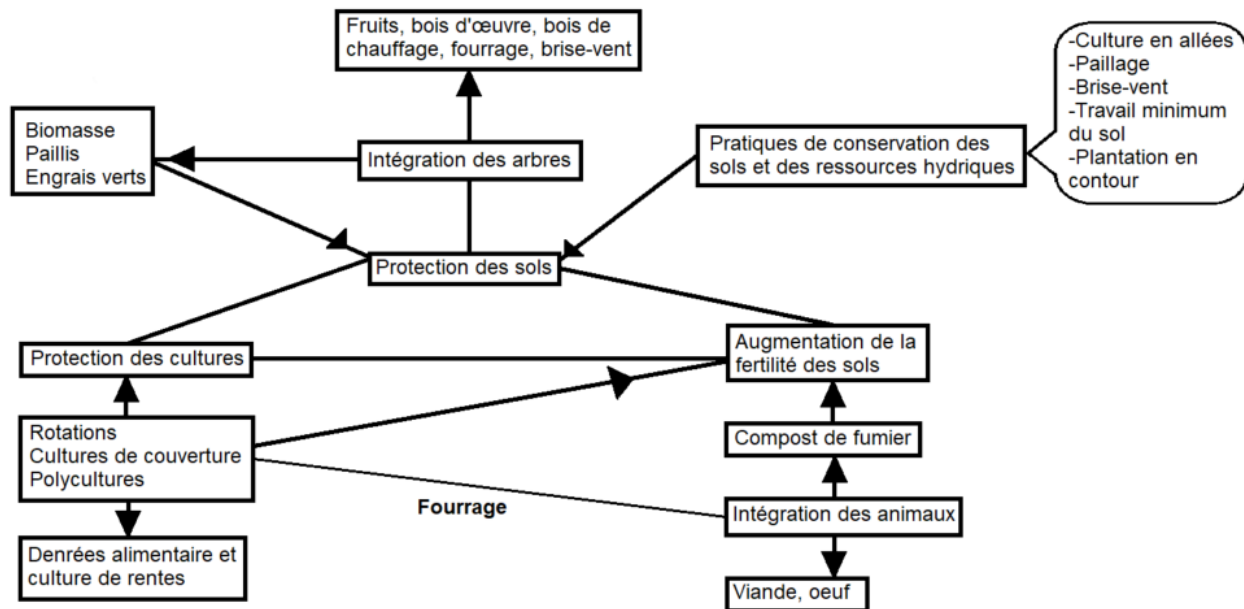


Figure 6.1 Caractéristiques structurelles et fonctionnelles d'un agroécosystème inspiré des écosystèmes naturels

Source : Altieri (2018)
Traduction libre

6.3. Jardins familiaux de Chagga

Suite à l'identification des actions correctives prioritaires devant être mises en place dans la zone d'intervention, le système des jardins familiaux de Chagga a été sélectionné pour illustrer le fonctionnement d'un AFM-e. Le système sélectionné a une situation géographique et climatique comparable aux montagnes du Nord-Est d'Haïti. De plus, il devrait permettre de répondre aux enjeux d'adaptation ainsi que d'obtenir les bénéfices sociaux, économiques et écologiques espérés par la transition agroécologique. Finalement, le système sélectionné a attiré amplement l'intérêt de la communauté scientifique ce qui permet d'avoir accès à des données de qualité et en quantité suffisante.

Les jardins familiaux de Chagga, en Tanzanie, sont des forêts dites de bananiers, retrouvées principalement sur les pentes sud et est du mont Kilimandjaro et la superficie totale occupée est d'environ 120 000 ha (A. Hemp, 2006; Liniger *et al.*, 2011). De manière générale, chacune des familles possède deux ou trois parcelles d'une superficie moyenne de 0,7 ha (Liniger *et al.*, 2011). Les terres sous culture sont principalement retrouvées à partir de 1000 m d'altitude au niveau des flancs du Kilimandjaro et jusqu'à

environ 1800 m (C. Hemp & A. Hemp, 2008). La zone retrouvée après 1800 m est une réserve forestière ainsi qu'un parc national. La figure 6.1 permet de représenter la répartition des jardins ainsi que de la réserve forestière autour du Kilimandjaro.

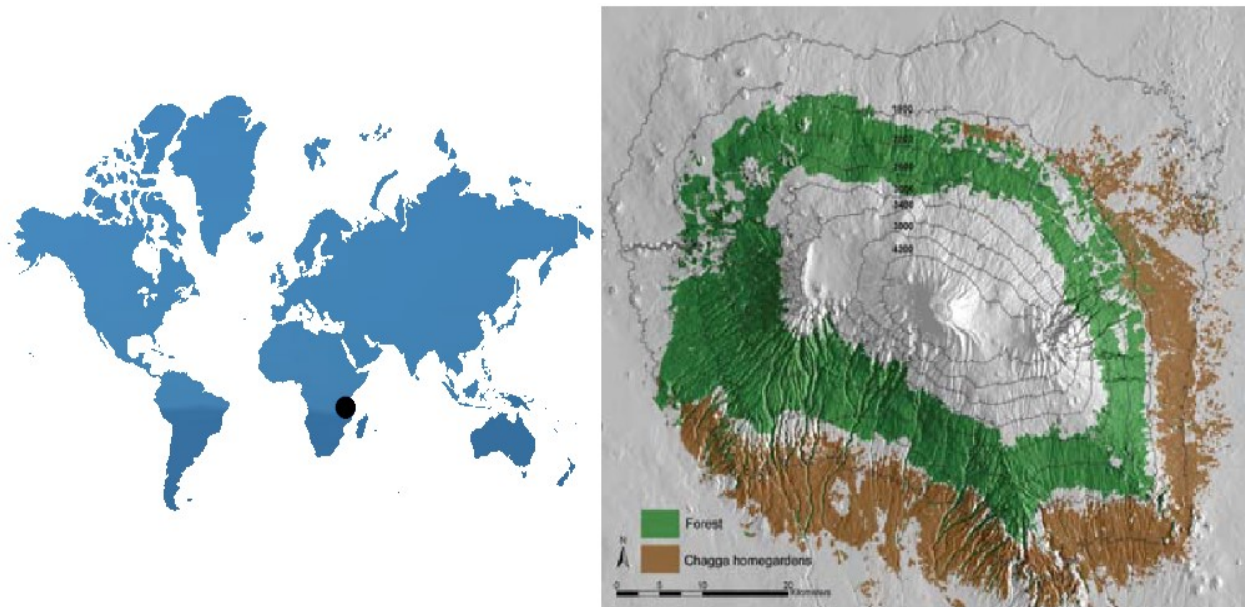


Figure 6.2 Localisation des jardins familiaux de Chagga en Tanzanie et répartition de la zone forestière et agricole autour du Kilimandjaro

Modifié de : C. Hemp & A. Hemp (2008), p.13

Les données concernant les conditions climatiques ainsi que le mode de culture ont été obtenues dans le chapitre *Agroforesterie* du livre *La pratique de la gestion durable des terres : directives et bonnes pratiques en Afrique subsaharienne* (Liniger et al., 2011). La pluviométrie bimodale de la région est constituée d'une longue saison des pluies de mars à mai ainsi qu'une saison courte d'octobre à décembre. La pluviométrie annuelle moyenne varie entre 1000 et 1700 mm selon l'altitude et l'orientation géographique. Plus spécifiquement, les flancs sud-est et est sont les zones recevant le plus de précipitation annuellement. Par ailleurs, la majorité des jardins familiaux sont retrouvés dans cette zone où ils bénéficient d'une exposition au vent humide en provenance du sud-est. Les pentes orientées nord et ouest étant plus sèches sont principalement utilisées pour le pâturage extensif. De manière générale, les différents types de sols retrouvés sont associés à des sols volcaniques fertiles qui ont tendance à avoir une forte saturation basique et une grande capacité d'échange cationique. La présence de pentes allant de 15 à 60 % constitue une limite importante à la mécanisation des exploitations et demande d'intégrer dans le mode de gestion des terres des techniques et des travaux afin de contrôler l'érosion. Les exploitations de cet AFM-e sont retrouvées sur des pentes montagneuses subhumides et ont une orientation productive mixte. En ce qui a trait au régime foncier, les terres étaient traditionnellement divisées uniquement entre les fils de la famille. Aujourd'hui, les filles peuvent également en hériter. De fait que les jardins familiaux de Chagga sont intégrés

dans une structure clanique, ils sont moins propices aux morcellements des jardins. Un autre élément intéressant de ce système est qu'il n'y a plus de terre disponible pour étendre la superficie cultivable dans la région. De ce fait, avec la croissance démographique, les Chaggas se voient dans l'obligation de densifier et d'augmenter la diversité productive de leurs jardins pour subvenir aux besoins alimentaires de leurs communautés. Le tableau 6.2 constitue une combinaison des éléments discutés permettant de mieux représenter les conditions des cultures du système abordé.

Tableau 6.2 Conditions de cultures pour les jardins familiaux de Chagga autour du Kilimandjaro, en Tanzanie

Condition	Description
<i>Climat</i>	Subhumide Tropical de montagne
<i>Pluviométrie</i>	1000-2000 mm [Mars à Mai] — [Oct.-Déc.]
<i>Sol</i>	Volcaniques fertiles
<i>Vent</i>	Humide Provenance sud-est
<i>Relief</i>	Pentes montagneuses
<i>Pente</i>	Collines et pentes raides (15 à 60 %)
<i>Altitude</i>	1000 à 1800 m
<i>Superficie</i>	1 à 2 ha (en 2 ou 3 parcelles)
<i>Exploitation</i>	Petite échelle Orientation sud/sud-est
<i>Propriété foncière</i>	Individuelle et règnes claniques traditionnels
<i>Droit foncier</i>	Individuel
<i>Orientation de la production</i>	Mixte (subsistance et commercial)

Modifié de : Liniger *et al.* (2011), p.139

6.3.1. Système de culture

Les jardins familiaux de Chagga sont caractérisés comme étant un système de culture intensive qui implique l'intégration de plusieurs arbres et arbustes polyvalents (A. Hemp, 2006). Les jardins sont des systèmes d'associations de cultures complexes issues de la transformation progressive de la forêt naturelle du Kilimandjaro en forêt dense de bananiers (Liniger *et al.*, 2011). En plus des cultures vivrières et de rentes, l'intégration du bétail sur la même unité de terre vient bonifier les interactions au sein du système. Les bovins sont utilisés pour la production laitière alors que la volaille, les chèvres et les porcs pour la consommation ou la vente de viande (Liniger *et al.*, 2011). Les exploitations retrouvées sur les côtés sud-est et est permettent la production d'une grande diversité de cultures vivrières (A. Hemp, 2006). Cette AFM-e a pour objectif principal de prévenir la perte de la couche arable du sol ainsi que de nutriments (C. Hemp & A. Hemp, 2008). Le système est tolérant au changement climatique et possède une capacité tampon

élevée par la formation d'un microclimat, la conservation de l'eau et le maintien d'une biodiversité importante. Le territoire occupé par les jardins est divisé en plusieurs zones distinctes distribuées en fonction des conditions climatiques afin de permettre différentes cultures (A. Hemp, 2006). La diversité des zones de culture prend en compte les besoins hydriques, solaires et thermiques permettant de produire une plus grande diversité de denrées alimentaires et d'augmenter les opportunités de ventes.

L'intégration verticale et la proximité dans la disposition des composantes du système entraînent des interactions à la fois dans le temps et dans l'espace. Dans l'étude *The banana forests of Kilimanjaro : biodiversity and conservation of the Chagga homegardens* (A. Hemp, 2006), environ 520 espèces de plantes vasculaires ont été inventoriées au sein des jardins dont plus de 400 plantes non cultivées. À cet égard, la composition floristique des jardins est constituée de 19 % de plantes cultivées, 37 % d'essences forestières et 24 % de plantes colonisatrices. Les 20 % restants sont occupés par des formations végétales typiques des prairies ou des marécages. L'association verticale des arbres, des arbustes ainsi que des cultures vivrières et de rentes est distribuée en quatre étages. La description des principales cultures ainsi que de la structure de l'AFM-e est basée sur les travaux de A. Hemp (2006) ainsi que de Liniger *et al.* (2011).

Le premier étage, situé près du sol, permet des cultures comme le taro (*Colocasia spp.* et *Xanthosoma spp.*), les haricots (*Phaseolus vulgaris*) et les graminées ainsi que les herbes fourragères pour le bétail. Cette zone est importante pour la régénération des arbres et arbustes des étages supérieurs. Outre ces cultures, les principales cultures vivrières permettant d'assurer la sécurité alimentaire des familles sont : le chou (*Brassica oleracea*), le niébé (*Vigna unguiculata*), les piments et poivrons (*Capsicum spp.*), l'aubergine (*Solanum melongena*), l'oignon (*Allium cepa*), la pomme de terre (*Solanum tuberosum*), la patate douce (*Ipomoea batatas*), la tomate (*Lycopersicon esculentum*) et l'igname (*Dioscorea spp.*).

Le deuxième étage, la zone se trouvant entre 1 et 2,5 m, est composé principalement de caféier avec de jeunes arbres et arbustes ainsi que des plantes médicinales. En piémonts du Kilimandjaro, quelques cultures de maïs (*Zea mays*) sont effectuées en intercalaire avec les haricots. Le millet (*Eleusine coracana*) est une culture importante dans cette zone et est utilisé pour le brassage d'alcool et la fabrication de bouillie.

Le troisième étage allant jusqu'à 5 m est composé de la canopée bananière avec quelques arbres fruitiers ainsi que d'autres arbres fourragers. Les bananiers occupent près de 50 % de l'espace. Dans les jardins, il y a environ 15 différents types de cultivars de bananier. Certaines espèces permettent de fournir de la nourriture alors que d'autres sont utilisées pour le brassage de l'alcool ou comme fourrage pour le bétail. Les feuilles ainsi que les pseudo-troncs des bananiers sont une source importante de matériel pour couvrir les sols et favoriser une meilleure conservation de l'eau pour les caféiers.

Le quatrième étage est composé de deux zones diffuses. L'espace allant de 5 à 20 m est composé d'espèces d'arbres fourragères et d'essence de bois de feu. L'espace allant de 15 à plus de 30 m est

composé des arbres à bois d'œuvre à grande valeur ainsi que d'autres espèces fourragères et de bois de feu. Les zones à l'ouest et au nord-est, de superficies d'environ 3000 ha et 3500 ha, respectivement, sont principalement composées de cyprès (*Cupressus lusitanica*) et de pin (*Pinus patula*). Dans la zone du système multiétage avec les cultures vivrières, les principales plantations sont composées des espèces *Cordia abyssinica*, *Albizia schimperiana* et *Grevillea robusta*. En plus de la protection induite par la forêt dense de bananiers, ces arbres permettent d'augmenter les zones d'ombrages, plus particulièrement pour les cultures de café. De plus, ils servent de barrières végétales de protection contre l'érosion ainsi que le vent. Les résidus des arbres permettent aussi aux exploitants d'avoir accès à certaines substances médicinales et à des matériaux de paillage. D'ailleurs, le *Rauvolfia caffra* est une essence d'arbres utilisée pour ses propriétés insecticides.

À l'exception des quelques arbres fruitiers cultivés et de bois d'œuvre ayant été introduits, comme les avocatiers (*Persea americana*), les manguiers (*Mangifera indica* L), les chênes gris (*Grevillea robusta*) et les cyprès, les 82 autres espèces d'arbres rencontrées étaient naturellement présentes (C. Hemp & A. Hemp., 2008). Un autre élément intéressant est que 52 espèces de lianes sont aussi présentes dans les exploitations. Comme les arbres, les épiphytes et les lianes, la plupart des arbustes des jardins de Chagga étaient des espèces forestières. Par contre, ces dernières années, des changements dans la gestion des plantations commerciales de café ont été constatés. L'introduction de variétés de café plus exigeantes en lumière a induit progressivement une réduction de la canopée arborée (C. Hemp & A. Hemp., 2008). Ce phénomène a été accompagné d'une hausse de la demande en bois et d'un faible prix du café sur le marché mondial. Dans les jardins situés sur la pente orientale, la canopée y est maintenant très dispersée entraînant des conséquences sur la biodiversité, le microclimat et la fertilité des sols (C. Hemp & A. Hemp, 2008). La figure 6.2 de la page suivante permet d'illustrer la structure de profil et aérienne occupée par les différentes strates du système pour optimiser l'espace utilisé. La parcelle illustrée est typique des exploitations retrouvées à une altitude de 1400 m avec une inclinaison de 25 %.

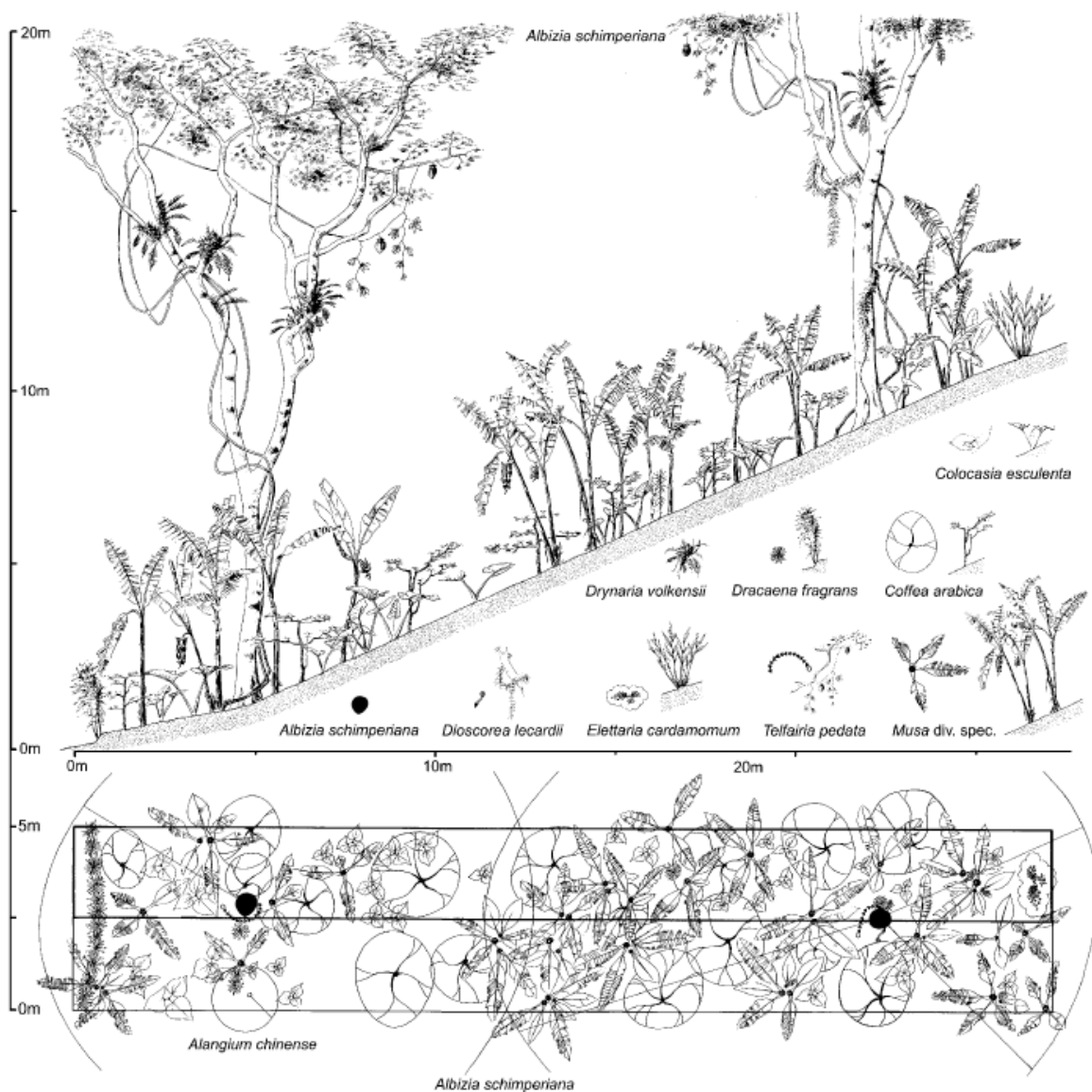


Figure 6.3 Schéma de la vue de profil et aérienne d'un jardin de Chagga selon les différentes espèces présentes sur la parcelle

Source : A. Hemp (2006), p.1204

6.3.2. Gestion des terres

Les informations relatives à la gestion des terres proviennent de l'étude de cas des jardins familiaux de Chagga de Liniger *et al.* (2011). La gestion de la canopée est un élément important dans tout type de SAF avec une orientation vivrière et d'usage des produits ligneux. Le taro, l'igname et le haricot sont des cultures tolérantes à l'ombre et sont intercalées entre les caféiers et les bananiers. Pour les espèces nécessitant plus de lumière, elles sont cultivées dans les zones où la canopée a été éclaircie. Le nombre moyen d'arbres et arbustes qui sont conservés et gérés dans le jardin est d'environ 40 individus. Le zonage et la rotation des cultures vivrières permettent d'assurer une meilleure utilisation des nutriments dans le sol. Les

déjections du bétail, les déchets ménagers et les résidus de cultures sont utilisés comme engrais pour les bananiers et les caféiers, ce qui permet de limiter l'usage d'engrais chimiques. Pour favoriser l'autonomie des agriculteurs, des semences sont prélevées lors des récoltes et sont conservées jusqu'à la prochaine saison de culture. La sélection des spécimens les mieux adaptés constitue une stratégie pour assurer le maintien de la productivité des cultures aux conditions locales. De plus, l'Association des agriculteurs de Tanzanie peut constituer une avenue pour les agriculteurs pour vendre ou acheter des semences.

Au fil des années, les agriculteurs ont acquis des connaissances relatives aux besoins écologiques de leurs AFM-e et spécifiques aux différentes cultures. Leurs connaissances permettent d'orienter les travaux visant à l'amélioration de la productivité de leurs jardins, et donc, une gestion plus efficace de leurs terres. Les travaux effectués sont principalement associés à l'ouverture de la canopée pour assurer une meilleure fructification du café, la gestion des bananiers selon leur cycle biologique et les besoins de fumure des différentes cultures. De surcroît, les agriculteurs ont construit des canaux d'irrigation et de drainage interreliés avec d'autres jardins pour mettre à profit les eaux de pluies ainsi que de ruissellement de la réserve forestière ou des jardins à plus haute altitude. La quasi-totalité des activités de gestion des terres sont effectuées par le travail humain, et les outils utilisés par les agriculteurs se résument à la hache, la houe et la machette. Dans certaines zones très localisées en piémonts, certaines machines sont utilisées pour le labour des terres.

À titre indicatif, les données disponibles concernant les composantes productives sont une moyenne de l'ensemble des jardins familiaux de Chagga. Les récoltes annuelles à l'hectare de banane, de haricot, de café séché et de maïs sont estimées à 404 régimes, 184 kg, 280 kg et 360 kg respectivement. Aucune donnée de production n'est disponible pour le taro, l'igname, la cardamome et l'oignon. De plus, chaque agriculteur possède entre trois et cinq ruches. La production mellifère minimale est estimée à 5 kg par année. La production du lait pour les races bovines traditionnelles est faible avec un intervalle allant de 1 à 4 litres par jour. Pour les races améliorées, les bovins peuvent produire entre 8 et 16 litres par jour. Les porcs sont engraisés et vendus dans un délai de 6 à 12 mois. Il est difficile d'estimer la quantité de fourrage produite, mais la majorité des agriculteurs sont presque autosuffisants. Bien que ces données soient intéressantes, elles ne peuvent pas être projetées dans le contexte haïtien.

Dans ces jardins familiaux, le rôle des femmes et des hommes est distinct et défini. Les femmes sont responsables de la commercialisation des excédents de bananes, de légumes et de lait, et s'attardent à la conservation des autres produits issus des jardins. Pour ce qui est des hommes, ils s'occupent de la gestion de leurs terres ainsi que de la vente du café, du bétail et des œufs. Pour la commercialisation du café, les agriculteurs sont regroupés sous la Coopération Kilimandjaro Uremi. Presque tout le café produit est vendu, mais les grains de moins bonne qualité sont conservés pour la consommation domestique. Cette coopérative permet aussi aux producteurs d'obtenir gratuitement des pesticides contre la maladie du caféier et la rouille des feuilles.

6.3.3.Optimisation et amélioration continue

Bien que les jardins familiaux de Chagga intègrent les principes de durabilité et constituent un mode de gestion des terres efficaces, la productivité n'est pas totalement optimale. Dans la revue de littérature sur les différentes stratégies agroforestières de Liniger *et al.* (2011), plusieurs points ont été relevés pour optimiser le système en plus de formuler des recommandations pour améliorer le fonctionnement du mode de cultures.

Pour les élevages, l'une des priorités est d'augmenter la période de lactation afin de bonifier la production laitière et les revenus tirés de la vente. En ce qui concerne l'apiculture, il serait nécessaire d'augmenter le nombre d'espèces floristiques pour obtenir une meilleure production mellifère. D'ailleurs, l'ajout d'une plus grande diversité de fruitiers productifs est recommandé. Les arbres et les buissons devenant moins productifs au fil du temps devraient être remplacés par des espèces fixatrices d'azote et dont la croissance est rapide. L'introduction de nouveaux cultivars grâce à la sélection naturelle en association avec la sélection artificielle par les agriculteurs pourrait bonifier l'adaptation des cultures au contexte des changements climatiques. Pour accroître la productivité des terres, l'utilisation d'engrais peut constituer une solution de remplacement intéressante puisque le recyclage des nutriments au sein du système a atteint ses limites. Pour accentuer la production de café, il serait nécessaire d'effectuer une gestion intégrée des plants de café pour remplacer les vieux par des nouveaux. De plus, pour obtenir un meilleur prix de vente, les agriculteurs pourraient miser sur une production biologique et équitable certifiée. De ce fait, ils doivent bonifier leurs stratégies de lutte contre les ravageurs. Ils doivent aussi parvenir à faciliter l'accès au capital pour augmenter les investissements agricoles favorisant l'établissement de nouvelles stratégies de culture et de gestion des terres. Ce nouveau capital pourrait permettre d'améliorer le contrôle de l'érosion en fournissant les éléments nécessaires pour la mise en place de terrasses et de digues. Et finalement, il serait pertinent d'accroître l'accessibilité aux services de conseils agronomiques afin d'arrimer leurs connaissances traditionnelles aux nouvelles connaissances scientifiques.

Dans une optique d'amélioration continue du mode de culture, de la viabilité et de la productivité des exploitations, deux faiblesses ont été identifiées. La première concerne la gestion de l'eau qui induit une perte de nutriments, en plus de générer une pénurie d'eau en aval. Pour permettre une efficacité supérieure dans la gestion de la ressource hydrique, il est suggéré d'installer des tuyaux et de les recouvrir de ciment. De plus, il serait nécessaire de cesser les cultures sur les berges des rivières et de mettre une bande de protection. La deuxième faiblesse est associée à la forte demande pour le bois ainsi que le faible prix de vente du café. De ce fait, il en résulte à une introduction progressive de variétés de café tolérantes au soleil qui constituent une menace pour la pérennité des jardins familiaux. Une des suggestions pour pallier ce problème serait de mettre en place des subventions liées à la plantation d'arbres de manière à réduire la pression sur la forêt et donc à réduire l'intérêt financier des agriculteurs pour la coupe des arbres.

Outre les lacunes présentées ci-haut, le mode d'exploitation des terres par le peuple chagga permet à la communauté d'en tirer plusieurs bénéfices. Ces bénéfices peuvent être catégorisés selon les dimensions économiques, écologiques ainsi que socioculturelles. Du point de vue écologique, le mode d'exploitation sous le couvert forestier permanent avec une grande diversité de plantes permet de couvrir le sol de manière continue. Ainsi, le sol est protégé contre le vent, l'écoulement des eaux, ainsi que les rayonnements solaires. Ces éléments tendent à favoriser la conservation des sols.

De plus, les techniques de recouvrement des cultures, comme le paillage ou l'utilisation des résidus organiques augmentent cette protection. Dès lors, la mise en application de telles pratiques favorise la fermeture des cycles nutritifs ainsi que la rétention des eaux. Comme la majorité des composantes du système sont permanentes, les jardins familiaux forment des agroforêts permettant la formation d'un microclimat protégeant les cultures des événements climatiques extrêmes. De plus, le travail de gestion du système agricole est limité puisque les exploitations sont quasiment autogérées. La biodiversité élevée dans les exploitations permet d'augmenter la résilience des agriculteurs en cas de perte de culture. Cette biodiversité constitue du même fait une stratégie efficace dans la lutte contre les ravageurs et limite les besoins de pesticides chimiques.

Les agroforêts ont été pensées en fonction des besoins alimentaires de la communauté. De ce fait, les jardins produisent des denrées alimentaires sur une base continue et diversifiée. Pour le régime alimentaire des familles, ceci favorise l'apport nutritif riche et diversifié assurant leur sécurité alimentaire. De plus, l'intégration de plantes médicinales leur donne accès à des remèdes pour soulager leurs maux et enrichir la diversité nutritive de leur diète.

L'ensemble de ces éléments se rattache directement à leur culture ainsi que leur mode de vie. De ce fait, les jardins familiaux constituent une avenue efficace pour la sauvegarde de leurs savoirs traditionnels et de leur richesse culturelle. De plus, leurs terres leur permettent de produire des surplus pour la vente et contiennent même certaines cultures seulement dédiées aux commerces. Ainsi, les agriculteurs peuvent jouir de plus d'occasions liées à la commercialisation agricole et ce, tout au long de l'année. Le tableau 6.2 constitue un résumé des principaux bénéfices associés à l'agrosystème de Chagga.

Tableau 6.3 Bénéfices associés aux jardins familiaux de Chagga autour du Kilimandjaro, en Tanzanie

Dimension	Bénéfices
Économiques et de production	+++ Production continue et diversifiée
	+++ Réduction des pertes de culture
	++ Production du bois de feu
	++ Pool génétique
	++ Efficacité de travail

Modifié de : Liniger (2018) p.139

Tableau 6.3 Bénéfices associés aux jardins familiaux de Chagga autour du Kilimandjaro, en Tanzanie (suite)

Dimension	Bénéfices
Écologiques	+++ Couverture du sol continue +++ Conservation du sol et pertes de sol +++ Biodiversité et variabilité génétique élevées (>500 dont 400 non cultivées) ++ Résistance élevée aux ravageurs ++ Formation d'un microclimat
Socioculturels	+++ Sécurité alimentaire +++ Santé +++ Sauvegarde des savoirs traditionnels ++ Résilience contre les changements climatiques ++ Protection des ressources naturelles

Modifié de : Liniger *et al.* (2011), p.139

Chapitre 7

Recommandations pour l'adaptation des pratiques agricoles

Les résultats de la caractérisation ainsi que de la performance du système agricole des montagnes montrent que les actions prioritaires doivent permettre l'amélioration de la santé du sol et de la biodiversité agricole. La diversité productive ainsi que fonctionnelle est nécessaire au déploiement d'un système agricole mimant les forêts naturelles. À dessein d'orienter la sélection des techniques ainsi que le mode de gestion des terres, ce chapitre vise à proposer des outils à l'équipe de l'IRATAM ainsi qu'à leurs partenaires afin de mener à l'adoption de pratiques plus durables. Dans l'optique d'adaptation du système de production agricole, il est important d'accompagner les agriculteurs dans leurs transitions. L'identification des contraintes influençant la conceptualisation du SAF favorisera le déploiement de solutions diversifiées et réalistes en accord avec le contexte de la zone d'intervention. Pour ce faire, les quatre sous-systèmes fondamentaux à l'atteinte de la durabilité doivent être considérés. Le premier sous-système concerne les composantes biologiques disponibles et pouvant être intégrées dans les exploitations agricoles. Le deuxième est lié à la charge de travail induite par le nouveau mode de culture ainsi que la gestion du système. Le troisième touche à l'économie agricole qui découle des besoins financiers pour l'exploitation des terres et le revenu permettant la subsistance des ménages. Le dernier sous-système est le contexte socioéconomique dans lequel le système sera mis en place et qui constituera une limite à la sélection de certaines pratiques. La mise en évidence des interactions entre les sous-systèmes doit permettre le développement d'une agriculture axée sur la satisfaction des besoins de subsistance des communautés locales. Une fois les besoins relatifs à la sécurité alimentaire définie, l'identification de différents secteurs secondaires à développer ou à renforcer devrait permettre l'identification de solutions pour réduire la vulnérabilité des agriculteurs. La description des éléments les plus pertinents pour le contexte des montagnes en Haïti de chacun des sous-systèmes est présentée au tableau 7.1.

Tableau 7.1 Description des éléments liés aux quatre sous-systèmes fondamentaux à l'atteinte de la durabilité dans les montagnes du Nord-Est d'Haïti

Biologique	Végétaux, animaux, effets biologiques des facteurs physiques et chimiques (climat, sol), activités de gestion (irrigation, fertilisation, travail du sol) influençant la productivité ainsi que les performances du système.
Travail	Tâches physiques liées au mode de culture et la manière dont elles peuvent être réalisées en combinant le travail, les compétences et l'énergie
Économie agricole	Coût de production et prix des cultures, quantités produites et utilisées, risques et autres déterminants du revenu agricole
Socio-économique	Marché des produits agricoles, sécurité alimentaire, droits d'utilisation des terres, travail, intrants, crédit, recherche et assistance technique

Modifié de : Altieri (2018)

Traduction libre

Les recommandations relatives à la transition du secteur agricole sont regroupées en deux sections. La première traite des objectifs ainsi que des différents processus et méthodes qui sont importants pour permettre l'adaptation des pratiques agricoles et augmenter la durabilité du mode de culture. La deuxième section propose de manière succincte les différentes étapes relatives au déploiement d'un AFM-e dans les montagnes. Ainsi, ce chapitre vise à bonifier les outils de l'IRATAM pour accompagner les agriculteurs en proposant des lignes directrices à la transition et l'adaptation du secteur agricole.

7.1. Recommandations relatives à la conception

Pour la mise en place d'un AFM-e, il existe plusieurs stratégies et techniques pouvant être intégrées dans le système agricole. L'implication des agriculteurs lors de la conception du système est centrale pour inverser la tendance de dégradation de l'environnement et de perte de productivité des terres. Un modèle qui fonctionne dans une région ou une communauté ne fonctionnera pas nécessairement dans une autre. De ce fait, si un modèle général est théorisé, il est important de l'adapter selon les besoins de chacune des communes de la zone d'intervention via l'approche participative. Dès lors, il est important que le AFM-e soit diversifié dans le temps et l'espace. L'atteinte de cet objectif est interreliée avec la conservation et la régénération des ressources naturelles s'étant dégradées au fil des dernières décennies. Pour ce faire, il est important de mettre en place des stratégies comme la couverture permanente du sol, le recyclage des nutriments ainsi que la rétention et la conservation des nutriments et de l'eau au sein du système d'exploitation. Ensuite, l'intégration d'une biodiversité élevée doit intégrer une diversité productive de manière à permettre l'autosuffisance alimentaire de la communauté ainsi que d'offrir davantage de potentiel économique. Finalement, pour assurer la durabilité du modèle d'exploitation, il est important que le système soit dynamiquement stable pour assurer la pérennité des bénéfices écosystémiques perçus par l'adaptation des pratiques agricoles.

L'ensemble de ces éléments devrait permettre de développer la résilience des exploitations. Évidemment, ces éléments dépendront des méthodes sélectionnées par les agriculteurs et l'IRATAM. Néanmoins, plus le système intégrera les objectifs et les différents processus et plus le système agricole devrait devenir durable. À la figure 7.1, les éléments discutés sont présentés et mis en relation avec différentes méthodes couramment utilisées dans les exploitations durables. Si la transition et le déploiement des pratiques

demandent du temps, il en résultera à une gestion diminuée des exploitations avec des bénéfices directs aux agriculteurs ainsi que pour les bassins versants des montagnes.

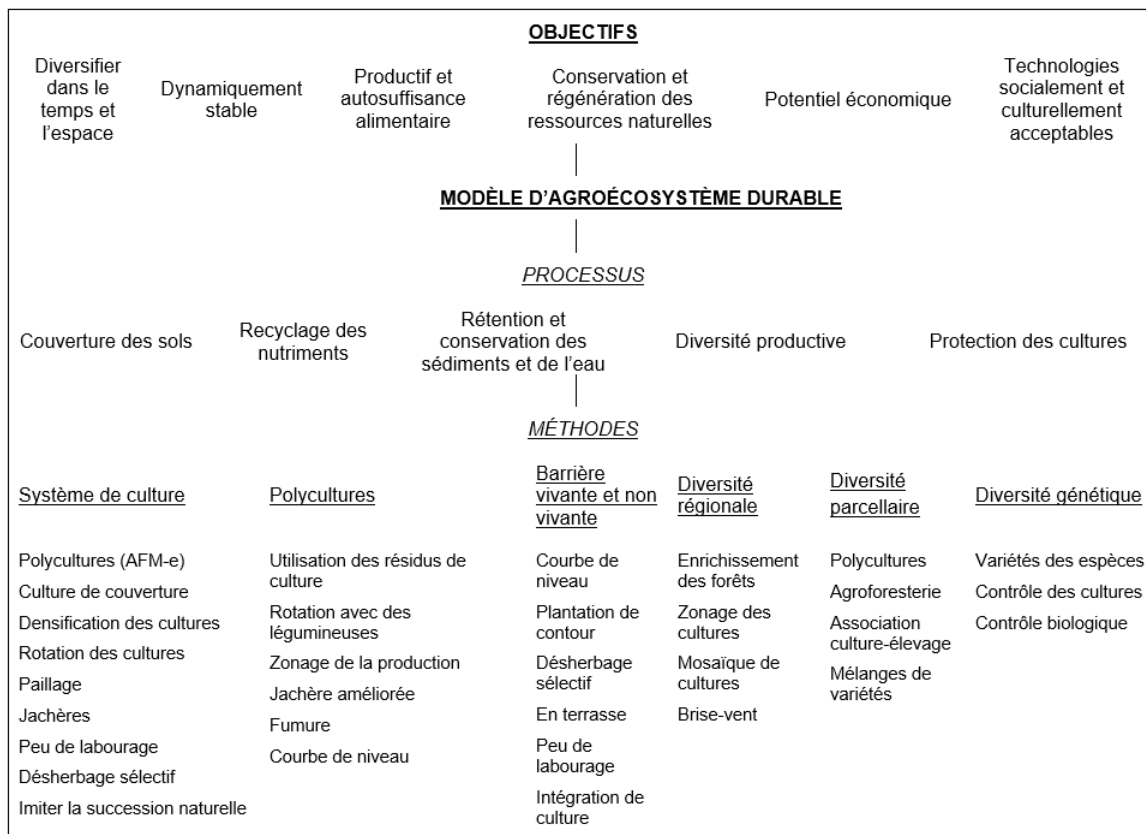


Figure 7.1 Méthodes et techniques d'exploitation des terres relatives à la conception système agroécologique définie selon les objectifs poursuivis

Modifié de : Altieri (2018)

Traduction libre

7.1.1. Diversification dans le temps et l'espace

Pour ce faire, il est important d'intégrer une biodiversité élevée dans les AFM-e afin d'augmenter l'efficacité dans l'utilisation des ressources et de l'espace disponible. Dès lors, il est nécessaire de diversifier les cultures dans le temps et l'espace. Pour assurer un usage efficace de l'espace, il est indispensable de densifier et de multiplier les cultures dans les exploitations. L'intégration verticale est la meilleure alternative pour y parvenir. De plus, il est possible d'effectuer un zonage de certaines cultures en fonction du relief du territoire et des conditions plus favorables à certaines espèces. Évidemment, il est important que les variétés génétiques sélectionnées puissent tolérer les conditions de cultures auxquelles elles seront contraintes. La diversification dans le temps, elle, peut être effectuée par la rotation des cultures ainsi que par l'intégration d'une diversité productive constante sur une base annuelle. Le système doit prendre en compte les différentes saisons de culture et les moments des récoltes pour établir un calendrier de culture

constant et offrant une pluralité d'aliments ou de produits de vente. Du même fait, il sera possible de rendre les exploitations plus productives, d'accroître l'autosuffisance alimentaire et de réduire la vulnérabilité économique des agriculteurs. Un autre élément justifiant l'utilisation d'une biodiversité élevée au sein des exploitations est pour assurer un meilleur contrôle des ravageurs.

En effectuant la densification des cultures, il est nécessaire de sélectionner des variétés génétiques qui seront adaptées aux nouvelles conditions de culture. Un des éléments qui sont déjà présents dans la zone d'intervention et qui sont pertinents d'augmenter la récurrence est la gestion des semences. Une fois les variétés sélectionnées selon les conditions de culture, il est pertinent de conserver une partie des récoltes. La sélection des spécimens le mieux adaptés et les plus productifs devrait permettre d'augmenter la qualité des variétés génétiques des espèces cultivées. Pour ce faire, les coopératives agricoles peuvent constituer un levier d'action pour mettre en place un système de gestion efficace selon les besoins des agriculteurs d'une commune donnée. Si la gestion des semences est effectuée efficacement, il sera possible de favoriser l'adaptation des cultures au contexte local et d'augmenter la résilience ainsi que la productivité des terres. Cette stratégie de gestion devrait permettre de bonifier l'autonomie des agriculteurs et de réduire leur dépendance aux intrants extérieurs. Ceci est d'autant plus pertinent dans le contexte de la dévaluation de la gourde et de la dépendance aux importations pour l'alimentation des communautés haïtiennes.

7.1.2. Conservation et régénération du sol

Le relief de la zone d'intervention et l'état des sols rendent inévitable l'intégration d'une densité élevée d'arbres sur les exploitations. Ceux-ci peuvent être disposés en courbe de niveau pour réduire l'érosion tout en permettant la combinaison avec une grande diversité productive en intercalaire. L'utilisation de plusieurs essences d'arbres offrant des opportunités d'usage pour la communauté est pertinente pour motiver les agriculteurs à adopter la pratique agroforestière. De plus, les systèmes racinaires permettront d'améliorer la structure des sols. Par contre, il est important que l'agroécosystème soit dynamiquement stable afin de rétablir les mécanismes naturels de régulation homéostatique. De ce fait, la majorité des composantes du système doivent être permanentes. Ceci assurera la conservation et la régénération des ressources naturelles. Et plus particulièrement, les nutriments dans les sols ainsi que la rétention des eaux. Selon la densité de la couverture forestière, les agriculteurs pourront tirer avantage de la formation d'un microclimat qui augmentera la protection des cultures contre les grandes variations climatiques.

Une attention particulière doit être portée sur la conservation et la régénération des ressources naturelles, dont le sol est la priorité. Dans les AFM-e, plusieurs éléments permettent de régénérer et de conserver les ressources dans le sol. La diversité des systèmes racinaires, les résidus des végétaux morts, la couverture permanente et le travail minimal du sol sont différentes stratégies permettant d'améliorer la santé du sol. Dans la zone d'intervention, ces stratégies constituent aussi une manière adéquate pour lutter contre l'érosion des sols ainsi que permettre une meilleure infiltration des eaux. De plus, un sol moins exposé au soleil permet d'assurer un taux d'humidité adéquat pour favoriser l'activité biotique nécessaire pour

permettre le recyclage des nutriments. Un élément essentiel et qui est actuellement manquant dans la zone d'intervention est la couverture permanente des sols. Pour contrer l'appauvrissement nutritionnel, il est important de mettre en place un système pour effectuer le paillage, l'ajout de fumier, l'utilisation de compost et augmenter l'utilisation de la jachère. Le principe est que le sol ne doit jamais être à découvert, lorsqu'il est cultivé, il est nécessaire de le protéger et, après la récolte, de le couvrir.

7.1.3. Couverture permanente du sol et recyclage des nutriments

Il existe différentes stratégies pour assurer la couverture permanente du sol. Dans un système de culture en allées, respectant la courbe de niveau des montagnes, il est possible d'intégrer des cultures de couverture qui seront temporaires. Ces plantes sont sélectionnées de manière à ce qu'elles recouvrent rapidement le sol après un cycle de culture ou quelques perturbations. Cette stratégie est d'autant plus pertinente durant la phase de préparation du site et permet du même fait d'augmenter la quantité de matières organiques à la surface du sol tout en le protégeant contre l'érosion éolienne. Ensuite, entre les allées de culture, il est primordial d'y ajouter des plantes de couverture qui seront permanentes. Ces plantes vont avoir le même rôle que le paillage des sols. Outre la protection contre l'érosion, elles permettront d'améliorer la structure peu profonde du sol et augmenteront le maintien de l'humidité. Le dernier élément qui serait pertinent d'intégrer dans le système agricole est une méthode pour produire de la paille pour le paillage sous les cultures. Différentes solutions sont possibles. Il est possible que les agriculteurs le produisent eux-mêmes ou que soit mis en place un système d'économie solidaire où certaines zones du territoire sont destinées à la production de paille qui pourra être achetée à l'intérieur même de la commune. L'important est de mettre en place un système autosuffisant pour la couverture permanente des sols ainsi que pour le recyclage des nutriments essentiels à la fertilité du sol.

Ces différents éléments sont des moyens relativement simples pour améliorer la structure des sols par les systèmes racinaires, de contrer les phénomènes érosifs et d'augmenter l'apport nutritionnel aux cultures. De plus, cela engendrera aussi une meilleure rétention de l'eau dans les exploitations et la conservation de l'humidité dans les sols par la protection contre le rayonnement solaire. D'ailleurs, il est très pertinent de limiter les actions de désherbage aux actions visant à augmenter l'exposition des cultures au soleil. De ce fait, l'ensemble des stratégies proposées demande un travail minimal du sol. Ceci est particulièrement pertinent afin de reformer une communauté microbienne diversifiée pour la fermeture du cycle des nutriments.

7.2. Recommandations pour la mise en pratique

Les différentes stratégies présentées précédemment sont essentielles à prendre en considération pour la conception de l'agroécosystème. Dès lors, cette section émet des recommandations relatives à la mise en application et au déploiement de nouvelles pratiques. Tout d'abord, les points les plus importants dans la sélection et l'association des espèces sont présentés. Ensuite, des recommandations relatives à la

disposition spatiale des cultures sont formulées. Et finalement, les principales étapes pour amorcer la transition agroécologique sont énoncées. Par contre, en raison de la variabilité dans le paysage et de la spécificité des contraintes pour chacune des exploitations, il est important d'exposer quelles pratiques sont recommandées pour soutenir l'atteinte des objectifs assurant la durabilité.

Dans le cas des montagnes, six contraintes influençant les stratégies de mise en œuvre de l'adaptation des pratiques ont été identifiées. À cet égard, les pratiques recommandées sont exposées au tableau 7.2. Les principales contraintes sont l'espace limité sur les exploitations, les zones où l'agriculture est pratiquée sur des pentes abruptes et les zones dont la fertilité du sol est limitée. Ensuite, il y a le manque de fiabilité dans le régime des précipitations ainsi que les températures et la radiation solaire extrêmes. Et finalement, des techniques visant à limiter l'incidence des ravageurs sous les cultures alimentaires et de rentes.

Tableau 7.2 Recommandations relatives à l'utilisation des ressources du sol, de l'espace, de l'eau et système de gestion de végétaux

Objectifs	Pratiques recommandées
<i>Espace limité</i>	
Maximiser l'utilisation des ressources naturelles et de l'espace disponible	Agroforesterie, jardins familiaux, cultures intercalaires, intégration verticale des cultures, zonage des cultures, fragmentation des exploitations, rotation
<i>Pentes raides</i>	
Contrôle de l'érosion et conservation de l'eau	Agriculture en courbes de niveau, barrières vivantes, paillage, nivellement, couverture continue des cultures et du sol, des jachères, murs de pierre
<i>Fertilité des sols limitée</i>	
Durabilité de la fertilité des sols et le recyclage de la matière organique	Jachère naturelle ou améliorée, rotation des cultures et cultures intercalaires avec des légumineuses, ramassage de la litière, compostage, fumure, engrais vert, pâturage des animaux dans les champs en jachère, buttage à la houe, utilisation de mauvaises herbes aquatiques, association de culture avec des légumineuses.
<i>Manque de fiabilité dans le régime des précipitations</i>	
Meilleure utilisation de l'humidité de l'air	Agroforesterie à densité importante d'arbres (microclimat), utilisation d'espèces et de variétés de cultures tolérantes à la sécheresse, paillage, cultures mixtes utilisant la fin de la saison des pluies, cultures à courte période de croissance.
<i>Température et radiation solaire extrêmes</i>	
Amélioration du microclimat de proximité	Amélioration de l'ombrage, cultures tolérantes à l'ombre, augmentation de la densité des plantes, paillage, gestion du vent avec des haies, désherbage sélectif, labourage peu profond et travail minimum du sol, cultures intercalaires, agroforesterie.
<i>Incidence des ravageurs</i>	
Protéger les cultures et minimiser les populations de ravageurs	Planter abondamment et accepter certains dommages causés par les parasites, arrosage des cultures avec des insecticides naturels (préparation maison avec plantes aromatiques), culture mixte, renforcement des ennemis naturels, plantation à un moment où le potentiel parasitaire est faible.

Inspiré de : Klee (1980) cité dans Altieri (2018)

Traduction libre

7.2.1.Sélection et association des cultures

Il est nécessaire de sélectionner des espèces qui sont adaptées aux conditions environnementales du site. Dans la zone d'intervention, le relief du territoire n'est pas uniforme. Pour les zones où les pentes sont plus importantes, il est pertinent de sélectionner davantage d'espèces permanentes afin de parvenir à la régénération et la conservation des sols. De plus, il est possible d'organiser l'utilisation de l'espace horizontale de manière à réduire l'intensité des vents, le ruissellement des eaux ainsi qu'à augmenter le captage des eaux de pluie. De plus, la variabilité climatique au sein de la zone d'intervention va influencer la sélection des espèces en fonction des variations annuelles de précipitation et de température. Par exemple, il est plus pertinent d'intégrer davantage d'espèces résistant aux sécheresses dans la commune de Mombin-Crochu en raison d'une plus grande incidence du nombre de mois à faible précipitation.

Ensuite, l'espace disponible d'une exploitation à l'autre est différent. De ce fait, la disposition et le type d'espèce sélectionné devraient être pensés de manière à bien utiliser l'espace vertical disponible pour augmenter le nombre d'espèces productives sur une même unité de surface. Dès lors, la sélection d'espèces ombrophiles peut permettre une densification de la canopée et réduire l'exposition du sol au rayonnement solaire.

D'une part, les différentes cultures qui seront sélectionnées devront convenir aux agriculteurs. En effet, les espèces végétales qui seront intégrées dans le système peuvent avoir plus de succès que d'autre à cause de l'attachement culturel ou d'une plus grande connaissance de son cycle biologique. D'autre part, il faut aussi que les espèces sélectionnées conviennent aux besoins de subsistance des ménages et de la communauté. En accord avec le point précédent, les espèces sélectionnées devraient être harmonisées avec la culture alimentaire locale dans une optique de respect des traditions. Ce point peut aussi bonifier le sentiment d'appartenance à la communauté et offrir des opportunités de vente sur les marchés locaux. À cet égard, il peut être pertinent d'établir un calendrier des cultures selon les saisons de récoltes pour arrimer la diversité productive à l'utilisation de l'espace. Toutefois, l'identification de secteurs secondaires existants ainsi que de nouveaux secteurs potentiels est intéressante pour y intégrer d'autres espèces. Ces cultures vont être principalement dédiées à la commercialisation, comme la mise en marché commun ou la transformation.

Finalement, il est important d'effectuer la sélection des espèces en fonction de leur disponibilité ainsi que de la qualité des différentes variétés génétique. C'est-à-dire que certaines espèces, comme le café, vont avoir des variétés plus exigeantes en soleil alors que d'autres ont besoin d'ombre. Ainsi, lors de la conception de l'agroécosystème, le zonage de cultures peut être pertinent afin de diversifier les conditions de cultures et donc, d'augmenter la diversité productive. À l'annexe 6, une liste présente les principales cultures et espèces retrouvées à proximité de la zone d'intervention.

7.2.2.Disposition des cultures

Pour ce qui est de l'intégration verticale, il est suggéré de concevoir un système ayant entre trois et cinq étages distincts. Dans les zones où les cultures ombrophiles seront effectuées, il est pertinent de maximiser l'utilisation de l'espace vertical. Du même fait, la formation d'un microclimat pour protéger les cultures sera plus efficace. Dans les zones destinées aux cultures héliophiles, il est possible de réduire soit le nombre d'étages ou la densité du couvert forestier en espaçant davantage les arbres. Les arbres de la canopée émergente peuvent être plus distancés. Leur rôle est associé à l'amélioration de la structure du sol. Ensuite, la canopée composée d'arbres fruitiers peut être plus densément plantée tout en respectant le diamètre occupé par le feuillage à maturité.

Pour ce qui est de la disposition horizontale, les composantes peuvent être disposées de manière aléatoire pour imiter les forêts ou simplement en allées. Dans le cas des montagnes, il est plus pertinent d'effectuer des cultures en allées et de planter les arbres de manière à respecter la courbe de niveau des montagnes. De plus, les cultures en allées ont l'avantage d'être moins prenantes en termes de gestion. De surcroît, il est plus facile d'intégrer d'autres stratégies visant à réduire l'érosion et la rétention des eaux, comme la mise en place de terrasses. Pour planifier un AFM-e dont la disposition des cultures est en allées, la distanciation des cultures en intercalaire doit prendre en considération les besoins photosynthétiques des cultures. Ainsi, il est possible d'intégrer une diversité de zone permettant la pénétration de plus ou de moins de lumière. De ce fait, dans une allée, il aura des zones optimales pour l'utilisation de la lumière pour une grande diversité de culture. Ensuite, entre les allées, où il n'y a pas de culture, il est important d'avoir des espèces permanentes dédiées à la couverture du sol.

7.2.3.Transition du système de culture

Une fois l'AFM-e conceptualisé, la transition des exploitations vers le modèle agroécologique pourra être effectué. La première étape consiste à planter les arbres qui occuperont la canopée émergente. Dans les premières années de la croissance des arbres, du fait que les exploitations sont à découvert, les espèces héliophiles seront les principales cultures au sein des exploitations. Ainsi, il sera possible de générer un revenu et de produire quelques denrées alimentaires. Du même fait, ces cultures permettront d'utiliser d'autres niches écologiques. L'utilisation de cultures et de plantes de couverture est particulièrement pertinente pour protéger le sol fragile. L'application de techniques de conservation et de régénération des sols est pertinente à cette étape pour amorcer l'inversion du cycle de dégradation. De surcroît, durant cette phase du déploiement, la communauté microbienne pourra se développer et commencer à enrichir le sol pauvre.

Lorsque les espèces de la canopée émergente auront atteint une hauteur raisonnable, il sera possible de commencer à intégrer les espèces qui formeront la canopée haute, comme les arbres fruitiers. L'important est de ne pas générer de compétition pour la lumière avec les espèces de la canopée émergente. De ce

fait, les zones ombragées vont commencer à prendre de l'expansion sur les parcelles. Dès lors, la transition des cultures héliophiles pour des cultures ombrophiles pourra s'amorcer. La croissance de la couronne des arbres va former de plus en plus d'ombre. D'ailleurs, des espèces tolérantes à l'ombre, mais plus exigeantes en lumière pourront être plantées en marge de la couronne. Pour les espèces héliophiles, l'espace à préconiser est entre la couronne des arbres de l'allée. Le processus présenté est similaire à la succession écologique dans les forêts naturelles. L'adaptation des cultures en fonction de l'évolution des conditions de cultures comme l'ombrage est importante au fil des années. Tant que les arbres n'auront pas atteint leur maturité, il sera nécessaire d'adapter les espèces sous culture.

Finalement, avec la progression de la transition agroécologique, il sera possible de développer en parallèle les actions relatives au recyclage des nutriments, l'amélioration génétique des cultures par la sélection des semences ainsi que de développer de nouveaux secteurs secondaires. Un des éléments pertinents serait de refaire la caractérisation et de suivre l'évolution de la performance de la transition agroécologique pour réajuster les stratégies durant le processus. En effet, tant que le système ne sera pas dynamiquement stable, il est important de suivre son évolution de près afin de bien réorienter les actions correctives.

Conclusion

L'adaptation aux changements climatiques du secteur agricole dans les montagnes du Nord-Est est de plus en plus importante pour réduire la vulnérabilité des agriculteurs. La transition des pratiques vers un mode d'exploitation des terres plus durable devrait avoir des impacts bénéfiques pour les communautés locales. L'augmentation de la récurrence des sécheresses, la dégradation continue de l'environnement et la diminution progressive de la productivité laissent très peu de marge de manœuvre à la communauté haïtienne pour se relever après les chocs. De ce fait, les communautés sont de plus en plus exposées à l'insécurité alimentaire. Dès lors, il est incontournable de permettre le renforcement des capacités pour leur permettre d'augmenter leur autonomie à dessein de renverser le cycle de dégradation. C'est pourquoi l'IRATAM en partenariat avec le CSI désire mettre en place un système agroforestier dans les montagnes. L'espoir derrière cette pratique étant de bénéficier d'une augmentation graduelle de la productivité de leurs terres par l'amélioration de la structure des sols, en plus de réduire l'exposition et la sensibilité des exploitations aux effets des changements climatiques.

L'objectif principal de cet essai était de proposer une stratégie pour la transition du secteur agricole vers un modèle agroforestier adapté aux changements climatiques et au contexte des montagnes du Nord-Est d'Haïti. Pour ce faire, quatre sous-objectifs ont été définis : (1) lutter contre la dégradation des sols de manière à augmenter la productivité des terres; (2) réduire le potentiel d'érosion et augmenter la capacité de rétention des eaux des terres; (3) inclure une stratégie d'atténuation des impacts des aléas climatiques extrêmes de manière à limiter les pertes et à assurer une meilleure stabilité de rendements; (4) offrir un potentiel de diversification des sources de revenus et des denrées alimentaires.

Ces objectifs ont été atteints grâce à l'intégration des éléments identifiés lors de la revue de littérature sur les bases des actions correctives nécessaires à l'augmentation de la durabilité du secteur agricole de la zone d'intervention. Le premier chapitre a permis de contextualiser les phénomènes de dégradation de l'environnement en lien avec les pratiques agricoles dans les montagnes et la situation économique nuisant à la sécurité alimentaire. Ensuite, les perspectives pour l'adaptation des pratiques agricoles à partir de l'agroforesterie ont exposé comment ce mode de gestion des terres est pertinent et pourquoi il est vu comme le seul moyen pour augmenter la résilience des communautés les plus vulnérables.

Le deuxième chapitre était nécessaire pour décrire l'approche préconisée pour assurer l'atteinte des objectifs fixés. L'approche agroécologique demande l'évaluation systémique du secteur agricole afin de permettre d'identifier des solutions uniques au contexte spécifique des montagnes. Du même fait, le chapitre a permis d'exposer les interconnexions et les interdépendances entre les différentes sphères du développement durable. Cette démarche permet l'identification de solutions qui sont réalistes et convenables au contexte des montagnes.

Les troisième et quatrième chapitre ont permis de présenter la zone d'intervention. Le portrait du territoire a permis de mettre en évidence le lien entre la topographie du territoire avec l'incidence des phénomènes érosifs ainsi que la potentialité limitée des sols. De plus, les conditions climatiques et les projections vont avoir permis de mieux cadrer les limites quant au type de système agroforestier pouvant être déployé dans la zone d'intervention. Ensuite, la discussion des enjeux systémiques d'adaptation auront permis de bien définir les différents leviers potentiels d'action ainsi que le rôle des différents acteurs internes et externes au projet *Jaden Nou Se Vant Nou*.

Le cinquième chapitre a permis la caractérisation pour les besoins de la transition agroécologique et l'évaluation de la performance du secteur agricole de la zone d'intervention. Cette section a été réalisée avec l'aide des agronomes de l'IRATAM afin d'obtenir une représentation réaliste des forces et des faiblesses du système. De plus, l'approche a permis d'intégrer les enjeux d'adaptation dans la production des résultats afin d'identifier les actions correctives prioritaires. Dans le cas des montagnes, les points à retenir sont qu'il est impératif d'améliorer la santé des sols et que la meilleure manière d'y parvenir est par l'intégration dans les exploitations d'une biodiversité élevée s'inspirant des forêts tropicales humides.

Le sixième chapitre a permis de présenter les systèmes agroforestiers à multiétage. L'intérêt pour ce type de système se justifie par les caractéristiques structurelles et fonctionnelles qui correspondent aux objectifs de cet essai. Ces systèmes peuvent être pensés de manière à intégrer une très grande diversité végétale et productive tout en étant autonomes. De plus, ils constituent l'une des uniques façons de réellement conserver et régénérer les sols dégradés. Ensuite le système des jardins familiaux de Chagga, en Tanzanie permet de mettre en relation et de concrétiser les différentes stratégies d'adaptation.

Le dernier chapitre est le plus pertinent pour l'atteinte des objectifs définis pour cet essai. Les recommandations proposées permettent d'intégrer l'ensemble des composantes relatives à l'atteinte des objectifs. En effet, un AFM-e est diversifié dans le temps et l'espace ce qui permet d'offrir un potentiel économique plus grand et de bonifier l'offre alimentaire. Ensuite, ses caractéristiques structurelle et fonctionnelle favorisent la conservation et la régénération des sols par la protection et la couverture permanente du sol. Ainsi, le potentiel d'érosion est réduit et les capacités de rétention des eaux augmentées. L'ensemble des éléments identifie des stratégies pour réduire la sensibilité climatique par la formation microclimatique et la protection des cultures. Finalement, les différentes stratégies et méthodes de mise en pratique proposées devraient permettre d'améliorer la productivité et le rendement agricole par l'inversion du cycle de dégradation.

Un des éléments qui est pertinent du modèle proposé est qu'il devrait permettre de bonifier la productivité des exploitations. Ceci est un levier d'action important pour la protection de l'environnement, et ce, plus particulièrement dans le contexte des changements climatiques. L'adéquation des stratégies de durabilité avec les pratiques de terrain devrait permettre l'amélioration de la qualité de vie et l'atteinte d'une plus grande sécurité alimentaire.

Liste des références

- Agence des États-Unis pour le développement international (USAID). (2019). Food assistance fact sheet - Haiti. Repéré à https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1866/12.17.19_FFP_Fact_Sheet_Haiti.pdf
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science Of Sustainable Agriculture* (2^e éd.). CRC Press.
- Altieri, M. A., Nicholls, C. L. et Montalba, R. (2017). Technological Approaches to Sustainable Agriculture at a Crossroads: An Agroecological Perspective. *Sustainability*, 9(3), 349. 10.3390/su9030349
- Altieri, M. A., Nicholls-Estrada, C. I., Henao-Salazar, A., Galvis-Martinez, A. C. et Rigé, P. (2015). *Didactic toolkit for the design, management and assessment of resilient farming systems*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).
- Baldocchi, D. D. et Ryu, Y. (2011). A Synthesis of Forest Evaporation Fluxes – from Days to Years – as Measured with Eddy Covariance. Dans D. F. Levia, D. Carlyle-Moses et T. Tanaka (dir.), *Forest Hydrology and Biogeochemistry: Synthesis of Past Research and Future Directions* (p. 101-116). Springer Netherlands. 10.1007/978-94-007-1363-5_5
- Banque interaméricaine de développement (BID). (2015). *Haïti: Changements climatiques: Données historiques et projections futures*. Repéré à <https://publications.iadb.org/publications/french/document/Ha%C3%AFTi-Changements-climatiques-Donn%C3%A9es-historiques-et-projections-futures.pdf>
- Banque mondiale. (2012). *Poverty headcount ratio at national poverty lines (% of population) - Haiti | Data*. Repéré à <https://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.NAHC?contextual=region&end=2012&locations=HT&start=2012&view=bar>
- Banque mondiale. (2018a). *Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP) - Haiti | Data*. Repéré à <https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=HT&view=chart>
- Banque mondiale. (2018b). *GDP per capita (current US\$) - Haiti | Data*. Repéré à https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?contextual=region&end=2018&locations=HT&most_recent_value_desc=false&start=2018&view=bar
- Banque mondiale. (2019). *Employment in agriculture (% of total employment) (modeled ILO estimate) - Haiti | Data*. Repéré à https://data.worldbank.org/indicator/SL.AGR.EMPL.ZS?locations=HT&most_recent_value_desc=true&view=chart
- Banque mondiale. (2020). *Official exchange rate (LCU per US\$, period average) - Haiti*. Repéré à <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.FCRF?end=2019&locations=HT&start=1960&view=chart>
- Banque mondiale et Observatoire national de la pauvreté et de l'exclusion sociale (ONPES). (2014). *Haïti : investir dans l'humain pour combattre la pauvreté. Éléments de réflexion pour une prise de décision informée*. Groupe de la Banque mondiale. Repéré à <http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/146301468032155405/pdf/944300v10REPLA0re00FR0version0web.pdf>
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D. et Somarriba, E. (1997). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, 38(1), 139-164. 10.1023/A:1005956528316
- Bellande, A. (2009). *Impact socioéconomique de la dégradation des terres en Haïti et interventions pour la réhabilitation du milieu cultivé* ([Rapport technique]). Repéré à https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3740/S2009235_fr.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Boffa, J.-M. (1999). *Agroforestry parklands in Sub-Saharan Africa*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Boreux, V., Vaast, P., Madappa, L. P., Cheppudira, K. G., Garcia, C. et Ghazoul, J. (2016). Agroforestry coffee production increased by native shade trees, irrigation, and liming. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 42. 10.1007/s13593-016-0377-7
- Brinkman, H.-J., de Pee, S., Sanogo, I., Subran, L. et Bloem, M. W. (2010). High Food Prices and the Global Financial Crisis Have Reduced Access to Nutritious Food and Worsened Nutritional Status and Health. *The Journal of Nutrition*, 140(1), 153S-161S. 10.3945/jn.109.110767
- Brito-Vega, H., Gómez-Méndez, E. et Salaya-Domínguez, J. M. (2018). The Cacao Agrosystems in Tabasco, México. *Sustainability of Agroecosystems*. 10.5772/intechopen.78302
- Chesson, P. (1994). Multispecies Competition in Variable Environments. *Theoretical Population Biology*, 45(3), 227-276. 10.1006/tpbi.1994.1013
- Chesson, Peter, Pacala, S. et Neuhauser, C. (2001). Environmental Niches and Ecosystem Functioning. Dans D. Tilman, A. P. Kinzig et S. Pacala (dir.), *The Functional Consequences of Biodiversity* (p. 213-245). Princeton University Press. 10.1515/9781400847303.213
- Chotte, J.-L. (2019, 9 juillet). Lancement du Programme de recherche-formation-vulgarisation agricole sur l'adaptation au changement climatique dans la commune de Saint Raphaël, Haïti. *Jean-Luc CHOTTE*. Repéré à <http://www.jean-luc-chotte.fr/lancement-du-programme-de-recherche-formation-vulgarisation-agricole-sur-ladaptation-au-changement-climatique-dans-la-commune-de-saint-raphael-haiti/>
- Churches, C. E., Wampler, P. J., Sun, W. et Smith, A. J. (2014). Evaluation of forest cover estimates for Haiti using supervised classification of Landsat data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 30, 203-216. 10.1016/j.jag.2014.01.020
- Climate-Data. (2020). *Climat Nord-Est Department*. Repéré à <https://fr.climate-data.org/amerique-du-nord/haïti/nord-est-department-1233/>
- Comité interministériel d'aménagement du territoire de la République d'Haïti (CIAT). (2012). *Plan d'aménagement du Nord/Nord-Est*. Repéré à http://ciat.gouv.ht/sites/default/files/docs/PlanNNE_vf.pdf
- Conseil interministériel pour la sécurité alimentaire de la République d'Haïti (CISA) et Coordination nationale pour la sécurité alimentaire de la République d'Haïti (CNSA). (2010). *Actualisation du plan national de sécurité alimentaire et nutritionnelle*. Repéré à http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/VERSION_PNSAN_12_Mars_2010.pdf
- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2014). *Vulnerability index to climate change in the Latin American and Caribbean Region*. Repéré à <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/509>
- de Shutter, O. (2010). *Agroécologie et droit à l'alimentation*. Conseil des droits de l'homme des Nations. Repéré à http://www.srfood.org/images/stories/pdf/officialreports/20110308_a-hrc-16-49_agroecology_fr.pdf
- Diallo, M. B., Akponikpè, P. B. I., Fatondji, D., Abasse, T. et Agbossou, E. K. (2019). Long-term differential effects of tree species on soil nutrients and fertility improvement in agroforestry parklands of the Sahelian Niger. *Forests, Trees and Livelihoods*, 28(4), 240-252. 10.1080/14728028.2019.1643792
- Dinelle, J.-P. (2018). *Diagnostic systémique des enjeux des acteurs locaux du milieu agricole au regard de l'adaptation aux changements climatiques - étude de cas du nord-est d'Haïti* [essai de maîtrise, Université de Sherbrooke]. Repéré à <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/14193>
- Duffy, J. E., Godwin, C. M. et Cardinale, B. J. (2017). Biodiversity effects in the wild are common and as strong as key drivers of productivity. *Nature*, 549(7671), 261-264. 10.1038/nature23886

- Economist Intelligence Unit (EIU). (2019). *Global Food Security Index (GFSI)*. Repéré à <http://foodsecurityindex.eiu.com/downloads>
- Fernandez, J. L. (2020, 14 avril). COVID-19 et Sécurité Alimentaire : Appui de la FAO au Gouvernement Haïtien pour en atténuer l'impact. *Réseau Haïtien de Journalistes en Santé*. Repéré à <https://rhjs.ht/2020/04/22/covid-19-et-securite-alimentaire-appui-de-la-fao-au-gouvernement-haitien-pour-en-attenuer-limpact/>
- Foley, J. A., Asner, G. P., Costa, M. H., Coe, M. T., DeFries, R., Gibbs, H. K., Howard, E. A., Olson, S., Patz, J., Ramankutty, N. et Snyder, P. (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 25-32. 10.1890/1540-9295(2007)5[25:ARFDAL]2.0.CO;2
- George, M. V. et Christopher, G. (2020). Structure, diversity and utilization of plant species in tribal homegardens of Kerala, India. *Agroforestry Systems*, 94(1), 297-307. 10.1007/s10457-019-00393-5
- Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems* (3^e éd.). CRC Press.
- Gliessman, S. R. et Rosemeyer, M. (dir.). (2009). *The Conversion to Sustainable Agriculture: Principles, Processes, and Practices*. CRC Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (édité par C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea et L. L. White). Cambridge University Press.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* (édité par P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, ... J. Malley). Repéré à <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>
- Harper, J. L. (1977). *Population Biology of Plants*. New York, NY: Academic Press. 892 p.
- Hemp, A. (2006). The banana forests of Kilimanjaro: Biodiversity and conservation of the Chagga homegardens. *Biodiversity and Conservation*, 15(4), 1193-1217. 10.1007/s10531-004-8230-8
- Hemp, C. et Hemp, A. (2008). *The Chagga Homegardens on Kilimanjaro* (p. 12-18). International Human Dimensions Programme (IHDP). Repéré à https://imedeia.uib-csic.es/master/cambioglobal/Modulo_V_cod101623/2013-2014/casos%20de%20estudio/Kilimanjaro%20plantations.pdf
- Institut Haïtien de la statistique et de l'informatique (IHSI) et Direction des statistiques démographiques et sociales (DSDS). (2015). *Population totale, de 18 ans et plus : ménages et densités estimés en 2015*. Ministère de l'économie et des finances (MEF). Repéré à https://www.humanitarianresponse.info/sites/www.humanitarianresponse.info/files/documents/files/estimato_poptotal_18ans_menag2015.pdf
- Jean-Denis, S., Jean-Pierre, D., Mutel, M., Duchaufour, H., Langlais, C., Fernandes, P., Alphones, M.-E. et Malézieux, M. (2014). Évolution de la structure d'un système agroforestier en relation avec le cycle de vie familial : cas du jardin de case en Haïti. *Bois et forêts des tropiques*, 3(321). Repéré à <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/BFT321-7-20>
- Johnson, D. V. (2010). Tropical Palms. 2010 Revision. FAO, Rome. Repéré à <http://www.fao.org/3/i1590e/i1590e.pdf>

- Jury, M., Malmgren, B. A. et Winter, A. (2007). Subregional precipitation climate of the Caribbean and relationships with ENSO and NAO. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D16). 10.1029/2006JD007541
- Kabir, Md. E. et Webb, E. L. (2008). Floristics and structure of southwestern Bangladesh homegardens. *International Journal of Biodiversity Science and Management*, 4(1), 54-64. 10.1080/17451590809618183
- Klee, G. A. (1980). *World Systems of Traditional Resource Management*. Londre, V. H. Winston, 290 p.
- Kull, C. A. (2000). Deforestation, Erosion, and Fire: Degradation Myths in the Environmental History of Madagascar. *Environment and History*, 6(4), 423-450. 10.3197/096734000129342361
- Kumar, B. M. (2011). Species richness and aboveground carbon stocks in the homegardens of central Kerala, India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140(3-4), 430-440. 10.1016/j.agee.2011.01.006
- Leménager, T. et Ehrenstein, V. (2016). Des principes agroécologiques à leur mise en pratique. *Revue Tiers Monde*, N° 226-227(3), 65-93.
- Levang, P. (1991). Jachère arborée et culture sur brûlis dans les îles extérieures de l'archipel indonésien. Dans C. Floret et G. Serpantié (dir.), *La jachère en Afrique de l'Ouest* (p. 179-192). Atelier International.
- Lin, B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology - AGR FOREST METEOROL*, 144, 85-94. 10.1016/j.agrformet.2006.12.009
- Liniger, H. P., Mekdaschi Studer, R., Hauert, C. et Gurtner, M. (2011). Agroforesterie. Dans TerrAfrica, Panorama mondial des approches et technologies de conservation (WOCAT) et Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (dir.), *La pratique de la gestion durable des terres : directives et bonnes pratiques en Afrique subsaharienne* (p. 132-147). Repéré à <http://www.fao.org/3/i1861f/i1861f08.pdf>
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural de la République d'Haïti (MARNDR). (2011). *Politique de développement agricole 2010-2025*. Repéré à http://agriculture.gouv.ht/view/01/IMG/pdf/Politique_de_developpement_agricole-Version_finale_mars_2011.pdf
- Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti (MDE). (2006). *Plan d'action national d'adaptation (PANA)*. Repéré à <https://unfccc.int/resource/docs/napa/hti01f.pdf>
- Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti (MDE). (2013). *Deuxième communication nationale sur les changements climatiques*. <https://unfccc.int/resource/docs/natc/htinc2.pdf>
- Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti (MDE). (2015). *Contribution prévue déterminée au niveau national*. Repéré à https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Haiti%20First/CPDN_Republique%20d%27Haiti.pdf
- Ministère de l'Environnement de la République d'Haïti (MDE). (2019). *Politique nationale de lutte contre les changements climatiques*.
- Montagnini, F. et Metzger, R. (2017). The Contribution of Agroforestry to Sustainable Development Goal 2: End Hunger, Achieve Food Security and Improved Nutrition, and Promote Sustainable Agriculture. Dans *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty* (p. 11-45). Springer International Publishing. 10.1007/978-3-319-69371-2_2
- Moron, V., Frelat, R., Jean-Jeune, P. K. et Gaucherel, C. (2015). Interannual and intra-annual variability of rainfall in Haiti (1905–2005). *Climate Dynamics*, 45(3), 915-932. 10.1007/s00382-014-2326-y

- Muchane, M. N., Sileshi, G. W., Gripenberg, S., Jonsson, M., Pumariño, L. et Barrios, E. (2020). Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 295. 10.1016/j.agee.2020.106899
- Nadeau, M. B., Hénault-Ethier, L., Rony, F. J. et Michel, G. (2018). Restauration des paysages forestiers et agroforestiers jumelée à la valorisation des déchets organiques en Haïti pour le développement durable d'une économie verte résiliente aux changements climatiques. *Haiti Perspectives*, 6(4), 10.
- Nair, P. K. R. (1997). Directions in tropical agroforestry research: past, present, and future. *Agroforestry Systems*, 38(1), 223-246. 10.1023/A:1005943729654
- Nair, P. K. R. (2017). Managed Multi-strata Tree + Crop Systems: An Agroecological Marvel. *Frontiers in Environmental Science*, 5. 10.3389/fenvs.2017.00088
- Nair, P. K. R., Kumar, B. M. et Nair, V. D. (2009). Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 172(1), 10-23. 10.1002/jpln.200800030
- Nijmeijer, A., Lauri, P.-É., Harmand, J.-M. et Saj, S. (2019). Correction to: Carbon dynamics in cocoa agroforestry systems in Central Cameroon: afforestation of savannah as a sequestration opportunity (*Agroforestry Systems*, (2019), 93, 3, (851-868), 10.1007/s10457-017-0182-6). *Agroforestry Systems*, 93(3), 869. 10.1007/s10457-018-0204-z
- Office de la langue française [OFL]. (2016). *Fiche terminologique : biomasse*. http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8395619
- Office de la langue française [OFL]. (2019). *Fiche terminologique : évapotranspiration*. Repéré à http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=26514413
- OpenStreetMap contributors. (2017). *Relief Map*. Repéré à <https://maps-for-free.com/>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2018a). *Scaling up agroecology to achieve the sustainable development goals. Proceedings of the second FAO international symposium*. Repéré à <http://www.fao.org/3/ca3666en/ca3666en.pdf>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2018b). *The 10 elements of agroecology : Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems*. Repéré à <http://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/en/>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2018c). *The future of food and agriculture: alternative pathways to 2050*.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2019). *TAPE Tool for Agroecology Performance Evaluation 2019 - Process of development and guidelines for application*. (Test version). Repéré à <http://www.fao.org/3/ca7407en/CA7407EN.pdf>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Fonds international de développement agricole (FIDA), Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF), Programme alimentaire mondial (PAM) et Organisation mondiale de la santé (OMS). (2019). *The state of food security and nutrition in the world: safeguarding against economic slowdowns and downturns*. FAO. Repéré à <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>
- Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018). *Malnutrition*. Repéré à <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- Pacala, S. W. et Tilman, D. (1994). Limiting Similarity in Mechanistic and Spatial Models of Plant Competition in Heterogeneous Environments. *The American Naturalist*, 143(2), 222-257.
- Penot, E. et Feintrenie, L. (2014). L'agroforesterie sous climat tropical humide : une diversité de pratiques pour répondre à des objectifs spécifiques et à des contraintes locales. *Bois et forêts des tropiques*, 3(321), 5. 10.19182/bft2014.321.a31212

- Pilgrim, E. S., Osborne, J. et Winter, M. (2018). Evaluating the multiple benefits of multi-layered agroforestry systems. *International Journal of Agricultural Management*, 7(2), 4-16.
10.5836/ijam/2018-07-04
- Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES). (2019). *Glossary*. Repéré à <https://ipbes.net/glossary>
- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). (2006). *Plan d'actions départemental pour l'environnement et le développement durable du Nord-Est*. Repéré à http://ciat.bach.anaphore.org/file/misc/104_Plan_actions_departemental_environnement_DVP_durable_nord_est.pdf
- Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). (2019). *Rapport sur le développement humain 2019 : Résumé*. Repéré à http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_overview_-_french.pdf
- Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE). (2013). *Haiti - Dominican Republic : Environmental challenges in the border zone*.
https://postconflict.unep.ch/publications/UNEP_Haiti-DomRep_border_zone_EN.pdf
- Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) et Groupe international d'experts sur les ressources (IRP). (2016). *Unlocking the Sustainable Potential of Land Resources: Evaluating Systems, Strategies and Tools - Factsheet*. Repéré à https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7711/Land_Resources_Factsheet_EN.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosa, W. (dir.). (2017). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Dans *A New Era in Global Health*. Springer Publishing Company. 10.1891/9780826190123.ap02
- Roy, J., Tschakert, P., Waisman, H., Halim, S. A., Antwi-Agyei, P., Dasgupta, P., Hayward, B., Kanninen, m., Liverman, D., Okereke, C., Pinho, P. F., Riahi, K. et Suarez, A. G. (2018). Sustainable Development, Poverty Eradication and Reducing Inequalities. Dans V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Portner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor et T. Waterfield (dir.), *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (p. 94). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).
- Samson, J., Berteaux, D., McGill, B. J. et Humphries, M. M. (2011). Geographic disparities and moral hazards in the predicted impacts of climate change on human populations. *Global Ecology and Biogeography*, 20(4), 532-544.
- Scheidt, C., Heiser, M., Kamper, S., Thaler, T., Klebinder, K., Nagl, F., Lechner, V., Markart, G., Rammer, W. et Seidl, R. (2020). The influence of climate change and canopy disturbances on landslide susceptibility in headwater catchments. *Science of The Total Environment*, 742, 140588.
10.1016/j.scitotenv.2020.140588
- The Royal Society. (2009). *Reaping the benefits science and the sustainable intensification of global agriculture*. The Royal Society.
- Tilman, D. et Snell-Rood, E. C. (2014). Diversity breeds complementarity. *Nature*, 515(7525), 44-45.
10.1038/nature13929
- Time and Date. (2020). *Sunrise, Sunset, and Daylength : Morne Garien, Département du Nord-Est, Haiti*. Repéré à <https://www.timeanddate.com/sun/@3408549>

- Tipraqsa, P., Craswell, E. T., Noble, A. D. et Schmidt-Vogt, D. (2007). Resource integration for multiple benefits: Multifunctionality of integrated farming systems in Northeast Thailand. *Agricultural Systems*, 94(3), 694-703. 10.1016/j.agsy.2007.02.009
- Tschamtke, T., Clough, Y., Bhagwat, S. A., Buchori, D., Faust, H., Hertel, D., Hölscher, D., Juhrendt, J., Kessler, M., Perfecto, I., Scherber, C., Schroth, G., Veldkamp, E. et Wanger, T. C. (2011). Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes – a review. *Journal of Applied Ecology*, 48(3), 619-629. 10.1111/j.1365-2664.2010.01939.x
- Tschamtke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. et Thies, C. (2005). Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters*, 8(8), 857-874. 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x
- Verchot, L. V., Van Noordwijk, M., Kandji, S., Tomich, T., Ong, C., Albrecht, A., Mackensen, J., Bantilan, C., Anupama, K. V. et Palm, C. (2007). Climate change: linking adaptation and mitigation through agroforestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(5), 901-918. 10.1007/s11027-007-9105-6
- Verisk Maplecroft. (2016). Climate Change Vulnerability Index 2017. Repéré à <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/verisk%20index.pdf>
- Waldron, A., Garrity, D., Malhi, Y., Girardin, C., Miller, D. C. et Seddon, N. (2017). Agroforestry Can Enhance Food Security While Meeting Other Sustainable Development Goals. *Tropical Conservation Science*, 10, 1940082917720667. 10.1177/1940082917720667
- Webb, E. L. et Kabir, Md. E. (2009). Home Gardening for Tropical Biodiversity Conservation. *Conservation Biology*, 23(6), 1641-1644. 10.1111/j.1523-1739.2009.01267.x
- Weissenberger, S. (2018). Haïti : vulnérabilité, résilience et changements climatiques. *Haiti Perspectives*, 6(3), 8.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. et David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. 10.1051/agro/2009004

Bibliographie

- Bayala, J., Sanou, J., Teklehaimanot, Z. et Sinclair, F. (2015). Adaptation of crops to partial shade in mixed cropping systems. *Tree-Crop Interactions: Agroforestry in a Changing Climate*, 309-325.
- Cerda, R., Avelino, J., Harvey, C. A., Gary, C., Tixier, P. et Allinne, C. (2020). Coffee agroforestry systems capable of reducing disease-induced yield and economic losses while providing multiple ecosystem services. *Crop Protection*, 134. 10.1016/j.cropro.2020.105149
- Chappell, M. J. et LaValle, L. A. (2011). Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. *Agriculture and Human Values*, 28(1), 3-26. 10.1007/s10460-009-9251-4
- Elevitch, C. R. et Ragone, D. (2018). *Breadfruit agroforestry guide: planning and implementation of regenerative organic methods*. Breadfruit Institute of the National Tropical Botanical Garden and Permanent Agriculture Resources.
- Hart, R. et Girardet, H. (1996). *Forest Gardening: Rediscovering Nature and Community in a Post-Industrial Age* (2e Edition,). Green Books.
- Holmgren, D. (2002). *Permaculture : Principles and Pathways beyond Sustainability*. Holmgren Design Services.
- Kay, S. (2018). Assessment of ecosystem services provided by agroforestry systems at the landscape scale. 10.5167/UZH-158640
- Luedeling, E., Kindt, R., Huth, N. I. et Koenig, K. (2014). Agroforestry systems in a changing climate-challenges in projecting future performance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 6(1), 1-7. 10.1016/j.cosust.2013.07.013
- Ong, C. K., Black, C. R. et Wilson, J. (2015). *Tree-Crop Interactions: Agroforestry in a Changing Climate* (2 edition). Cabi.
- Peyre, A., Guidal, A., Wiersum, K. F. et Bongers, F. (2005). Dynamics of Homegarden Structure and Function in Kerala, India. *Agroforestry Systems*. 10.1007/s10457-005-2919-x

Annexe 1
Données de température et de pluviométrie
de la zone d'intervention pour la période de 1982-2012

Tableau 1A Moyenne mensuelle des Intervalles de températures et de pluviométrie des 5 communes dans les montagnes du département du Nord-Est d'Haïti pour la période de 1982-2012

Paramètre	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Jun	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Sainte-Suzanne												
T moy (°C)	22,0	22,6	23,5	24,1	24,8	25,2	25,5	25,9	25,4	24,9	23,9	22,3
T min	16,8	17,1	17,8	19,2	20,3	20,7	20,5	20,8	20,3	20,2	19,0	17,4
T max	27,3	28,1	29,2	29,1	29,3	29,7	30,5	31,0	30,6	29,7	28,8	27,3
Précipitations (mm)	88	84	68	113	242	212	142	154	208	187	192	143
Vallières												
T moy (°C)	21,3	21,6	22,6	23,3	23,9	24,4	24,7	24,9	24,6	24,0	22,8	21,6
T min	15,3	15,2	15,7	17,5	18,8	19,3	19,0	18,7	18,7	18,4	17,1	16,1
T max	27,3	28,1	29,5	29,2	29,1	29,5	30,5	31,2	30,5	29,6	28,6	27,2
Précipitations (mm)	79	74	66	118	286	261	190	205	250	207	172	128
Mombin-Crochu												
T moy (°C)	21,2	21,7	22,5	23,1	23,7	24,1	24,6	24,8	24,3	23,9	22,9	21,5
T min	15,1	15,3	15,8	17,3	18,6	19,0	18,9	18,8	18,5	18,4	17,2	16,0
T max	27,3	28,1	29,3	29,0	28,9	29,3	30,3	30,9	30,2	29,4	28,6	27,1
Précipitations (mm)	59	61	58	110	268	234	173	189	230	192	141	93
Carice												
T moy (°C)	21,1	21,5	22,2	22,9	23,6	24,2	24,3	24,6	24,3	23,8	22,6	21,5
T min	14,9	15,0	15,3	16,7	18,0	18,6	18,2	18,2	18,1	17,8	16,7	15,9
T max	27,3	28,0	29,2	29,2	29,2	29,8	30,5	31,0	30,5	29,8	28,6	27,1
Précipitations (mm)	66	74	66	122	287	222	158	191	220	205	148	109
Mont-Organisé												
T moy (°C)	20,7	21,0	21,8	22,6	23,3	23,8	24,2	24,3	24,1	23,4	22,3	21,3
T min	14,6	14,6	15,0	16,3	17,6	18,2	18,0	17,9	17,9	17,4	16,4	15,7
T max	26,9	27,5	28,7	28,9	29,0	29,5	30,4	30,7	30,3	29,5	28,2	26,9
Précipitations (mm)	70	80	70	126	287	209	143	182	208	204	152	118

Source : Climate-Data, 2020)

Annexe 2
Objectifs de développement durable relatif à l'agroforesterie

Tableau 2A Objectifs de développement durable de l'Agenda 2030 de l'ONU associés avec l'adaptation des pratiques agricoles dans les pays en développement

ODD	Description
2 Faim <<zéro>>	Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable
3 Bonne santé et bien-être	Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge
4 Éducation de qualité	Assurer à tous une éducation équitable, inclusive et de qualité et des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie.
5 Égalité entre les sexes	Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles
7 Énergie propre et d'un coût abordable	Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable
8 Travail décent et croissance économique	Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous.
10 Inégalités réduites	Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre
13 Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques	Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
15 Vie terrestre	Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité
16 Paix, justice et institutions efficaces	Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et inclusives aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous

Source : Rosa (2017) & Waldron *et al.* (2017)

Annexe 3
Résultats de la CAET selon les critères
10 éléments de l'agroécologie

Tableau 3A Données primaire relatif à la caractérisation de la transition agroécologique

1. Diversité (9/16 – 56,25 %)	
Cultures	2 — Deux ou trois cultures avec une surface cultivée significative
Animals	2 — Deux ou trois espèces, avec peu d'animaux.
Arbres	2 — Quelques arbres (et/ou autres plantes vivaces) de plus d'une espèce.
Diversité des activités	3 — Plus de 3 activités productives et un service
2. Synergie (4/16 – 25,00 %)	
Intégration des cultures avec de l'élevage	1 — Faible intégration : les animaux sont principalement nourris avec le pâturage et leur fumier est parfois utilisé comme d'engrais.
Gestion des systèmes plantes - sols	0 — Le sol est nu après la récolte. Pas de cultures intercalaires Forte perturbation du sol (biologique, chimique ou mécanique)
Intégration avec les arbres	2 — Intégration moyenne : un nombre important d'arbres (et d'autres plantes vivaces) fournissent au moins un produit ou service.
Connectivité entre les éléments de l'agroécosystème et le paysage	1 — Faible connectivité : quelques éléments isolés peuvent être trouvés dans l'agroécosystème, tels que des arbres, des arbustes, des clôtures naturelles.
3. Efficacité (5/16 – 31,25 %)	
Utilisation d'intrants externes	1 — La majorité des intrants sont achetés sur le marché
Gestion de la fertilité des sols	1 — Les engrais synthétiques sont utilisés régulièrement pour certaines des cultures, mais manque d'accès. Et très peu de pratiques biologiques sont appliquées.
Gestion des parasites et des maladies	1 — Les pesticides chimiques et les médicaments sont utilisés uniquement pour une culture ou un animal spécifique. Les substances et les pratiques biologiques sont absentes.
Productivité et les besoins des ménages	2 — La production couvre les besoins alimentaires du ménage et le surplus génère de l'argent pour acheter des produits de première nécessité. Ne permet pas de faire des économies.
4. Recyclage (1/16 – 6,25 %)	
Recyclage de la biomasse et des nutriments	0 — Très peu de résidus et de sous-produits sont recyclés. De grandes quantités de déchets sont rejetées ou brûlées.
Économie d'eau	0 — Pas de matériel ni de techniques pour la collecte ou l'économie de l'eau.
Gestion des semences	1 — Plus de 80 % des semences ou ressources génétiques sont achetées sur le marché.
Utilisation et la production d'énergies renouvelables	0 — Aucune énergie renouvelable n'est utilisée ni produite.

Tableau 3A Données primaire relatif à la caractérisation de la transition agroécologique (suite)

5. Résilience (5/12 – 41,67 %)	
Stabilité des revenus/production et la capacité à se remettre des perturbations	0 — Les revenus diminuent d'année en année, la production est très variable malgré un niveau d'intrants constant. Manque important de capacité de récupération après des chocs/perturbations.
Mécanismes pour réduire la vulnérabilité	2 — La communauté apporte son soutien, mais sa capacité à aider après les chocs est limitée. L'accès au crédit est disponible, mais difficile à obtenir dans la pratique. Il n'a pas d'assurance disponible en cas de perte de cultures.
Endettement	3 — La dette est limitée et la capacité de remboursement est totale (selon les résultats des mutuels).
6. Culture et tradition alimentaires (6/12 – 50,0 %)	
Alimentation appropriée et une sensibilisation à la nutrition	1 — L'alimentation est périodiquement insuffisante pour répondre aux besoins nutritionnels. Selon la saison, le régime alimentaire est basé sur un nombre limité de groupes d'aliments. Manque de sensibilisation aux bonnes pratiques nutritionnelles.
Identité et la conscience locales ou traditionnelles	3 — Bonne connaissance de l'identité locale ou traditionnelle et respect des traditions ou des rituels en général.
Utilisation des variétés/races locales et des connaissances traditionnelles pour la préparation des aliments	2 — Des variétés et des races locales et exotiques ou introduites sont produites et consommées. Les connaissances et pratiques locales ou traditionnelles en matière de préparation des aliments sont identifiées, mais pas toujours appliquées.
7. Cocréation et partage du savoir (6/12 – 50,00 %)	
Plateformes pour la création et le transfert horizontal de connaissances et de bonnes pratiques	2 — Au moins une plateforme de cocréation et de transfert de connaissances existe et fonctionne, mais n'est pas utilisée pour partager des connaissances sur l'agroécologie en particulier.
Accès aux connaissances agroécologiques et l'intérêt des producteurs pour l'agroécologie	1 — Les principes de l'agroécologie sont connus des producteurs, mais ne les maîtrisent pas. Et il y a un manque de confiance envers le bien fondé des principes.
Participation des producteurs aux réseaux et aux organisations de base	3 — Les producteurs sont bien interconnectés avec leur communauté locale et participent souvent aux événements de leurs organisations de base, y compris les femmes.

Tableau 3A Données primaire relatif à la caractérisation de la transition agroécologique (suite)

8. Valeur humaine et sociale (5/12 – 41,67 %)	
Renforcement de l'autonomie des femmes	2 — Les femmes participent pleinement aux processus de décision, mais n'ont pas encore pleinement accès à ressources. Et des organisations de femmes existent et sont utilisées.
Travail (conditions de production, inégalités sociales)	1 — Les conditions de travail sont difficiles, les travailleurs ont un salaire moyennement adapté au contexte local et peuvent être exposés à des risques.
Renforcement de l'autonomie des jeunes et émigration	1 — La plupart des jeunes pensent que l'agriculture est trop difficile et beaucoup souhaitent émigrer.
9. Économie circulaire et solidaire (6/12 – 50,00 %)	
Produits et services commercialisés localement	2 — Les marchés locaux existent. Certains produits et services sont commercialisés localement. (Gaspillage alimentaire, offre > demande)
Les réseaux de producteurs, la relation avec les consommateurs et la présence d'intermédiaires	3 — Les réseaux existent et sont opérationnels, y compris les femmes. Il existe une relation directe avec les consommateurs. Les intermédiaires gèrent une partie du processus de commercialisation.
Système alimentaire local	1 — La majorité des denrées alimentaires et des intrants agricoles sont achetés à l'extérieur et les produits sont traités et commercialisés en dehors de la communauté locale. Très peu de biens et de services sont vendus entre producteurs locaux.
10. Gouvernance responsable (5/12 – 41,7 %)	
Renforcement de l'autonomie des producteurs	1 — Les droits des producteurs sont reconnus, mais pas toujours respectés. Ils ont un faible pouvoir de négociation et peu de moyens pour améliorer leurs moyens de subsistance. Coopérative pour améliorer les compétences.
Organisations et associations de producteurs	3 — Une organisation de producteurs existe et fournit un soutien aux producteurs pour l'accès au marché et d'autres services ayant un accès égal aux hommes et aux femmes.
Participation des producteurs à la gouvernance des terres et des ressources naturelles	1 — Les producteurs participent à la gouvernance des terres et des ressources naturelles, mais leur influence sur les décisions est limitée. L'égalité des sexes n'est pas toujours respectée.

Annexe 4
Questionnaire d'évaluation de la performance
aux critères fondamentale de l'agroécologie

1. RÉGIME FONCIER

Est-ce qu'il y a une reconnaissance légale des terres cultivées ? (% par catégorie)

Oui	85-95 %
Non	5-15 %

Si oui, quel type de DOCUMENT FORMEL ? (% par catégorie)

Titre de propriété	95 %
Certificat d'occupation coutumière	NA
Certificat d'occupation	NA
Testament enregistré ou certificat d'acquisition héréditaire enregistré	NA
Certificat enregistré de bail perpétuel/à long terme	NA
Contrat de location enregistré	NA
Autre	5 %

Commentaire :

– Il y a beaucoup de terres hérité, mais il n'y a pas de testament formel. Les terres sont morcelées entre les différents enfants.

– Location de terre par entente sans contrat formel

Sécurité du régime foncier : perception et droits (oui ou non par catégorie)

Est-ce que le NOM des agriculteurs figure-t-il en tant que propriétaire/titulaire du droit d'utilisation sur les documents reconnus ?	Oui
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

PERCEVEZ-vous que l'accès à la terre soit sécurisé, que ce droit soit documenté ou non ?	Oui
Avez-vous le DROIT DE VENDRE l'une des parcelles de l'exploitation ?	Oui
Avez-vous le DROIT DE LÉGUER des parcelles de l'exploitation ?	Oui
Avez-vous le DROIT D'HÉRITER des terres ?	Oui

2. LA BIODIVERSITÉ, LES REVENUS ET LA PRODUCTIVITÉ AGRICOLES

Les cultures et les arbres

Liste des cultures les plus importantes

Nom de l'espèce ou du type de culture	Unité	Prix de vente (Gourde/unité)	Nombre de variétés/espèces produites
Gingembre	Sac	200 HTG/kg	1
Pois congo	Marmite	250 HTG/kg	3
Haricot	Marmite	400 HTG/kg	4
Café	Marmite	50 HTG/kg	3
Grenadina	Lot (4 à 6)	25 HTG/lot	1
Ananas	Unité	30 à 75 HTG/unité	3
Banane	Alimentaire	NA	4
Orange	Sac	750 à 1000 HTG/sac	1

Végétation naturelle, arbres et pollinisateurs

NOTE : Zone productive couverte par une végétation naturelle ou diversifiée (pâturages naturels, prairies, bandes de fleurs sauvages, amas de pierres ou de bois, arbres ou haies, étangs naturels ou zones humides, etc.). Prenez en considération les terres communales.

Abondant : plus de 25 % du réseau est couvert de végétation naturelle ou diversifiée

Significatif : au moins 20 % du système est couvert de végétation naturelle ou diversifiée

Peu : moins de 10 % du système est couvert de végétation naturelle ou diversifiée

Absent : la superficie couverte par la végétation naturelle ou diversifiée est négligeable

X

Apiculture (seulement un)

Oui, les abeilles sont élevées dans l'agroécosystème

Non, les abeilles ne sont pas élevées, mais sont très répandues dans l'agroécosystème

Non, les abeilles ne sont pas élevées et sont rares dans l'agroécosystème

X

Présence de pollinisateurs et d'autres animaux utiles dans l'agroécosystème ? (seulement un)

Abondant	Significatif	Peu	Absent
----------	--------------	------------	--------

Les animaux

Liste des espèces animales les plus importantes

Nom de l'espèce	Nombre de races différentes au sein de l'espèce	Prix de vente (Gourde/animal)
Cochon	1	10 000 à 15 000 HTG (adulte)
Cabri (Chèvre)	3	5 000 HTG
Bœuf	4	30 000 à 50 000 HTG (adulte)
Cheval	3	15 000 à 25 000 HTG
Mulet	1	50 000 à 60 000 HTG
Âne	1	7 500 à 10 000 HTG
Poules	1	750 à 1 000 HTG

Les produits dérivés animaux

Commentaire : Mise à part la présence d'œufs par l'IRATAM au centre de Limonade, les produits dérivés des animaux ne sont pas utilisés ou présents dans la zone d'intervention.

Autres activités et services (location, tourisme, artisanat, etc.)

Commentaire : Ces types d'activités sont très peu présentes sur le territoire de la zone d'intervention et donc sont trop marginales et difficiles à répertorier

Les dépenses pour les intrants (estimation en % de revenu)

Nourriture pour l'autoconsommation	40 à 60 %
Semences	10 à 20 %
Fertilisants	0 à 10 %
Nourriture pour le bétail	0 à 5 %
Services vétérinaires	0 à 10 %
Achats de bétails	****
Main-d'œuvre non familiale	5 à 20 %
– Nombre de personnes engagées	5 personnes
– Nombre de jours travaillés	15 jours

Commentaire : Beaucoup de variabilité entre les différents agriculteurs selon le type d'espèces sous culture.

Pour les animaux, les services vétérinaires sont utilisés comme dernier recours.

Pour l'achat du bétail, ce n'est pas la majorité des agriculteurs qui possèdent des animaux dont la poule et le cabri sont les plus populaires. Avec la grande différence de prix entre les différents animaux, cela est difficile à évaluer.

Pour la main-d'œuvre non familiale, il y a beaucoup d'échange de service entre les agriculteurs. Dans ce cas, la dépense relative est inférieure, mais demande un retour de service. Cette main-d'œuvre dépense des saisons des récoltes des cultures.

L'énergie, les machines et la maintenance

Liste des machines et équipements les plus fréquents

Équipements : Houe et machette

Machines : Aucune

Les dépenses pour l'énergie, les machines et la maintenance (en gourde)

Machines, équipements et maintenance

0 HTG

Essence

0 HTG

Énergie

0 HTG

Transport

100-500 HTG

Information financière (Commentaires, si disponible en gourde)

Taxes payées

Seulement vente
d'animaux

Subventions reçues

Don de semences de
l'IRATAM

Intérêts payés sur les prêts

Via les mutuelles
agricoles. Faible taux
d'intérêt

Revenu provenant de la location de terres

Aucune donnée

Coût de location de terres

Aucune donnée

Perception qualitative des revenus et des dépenses

Comparer vos revenus par rapport à ceux d'il y a trois ans ?

Plus de revenu	Même revenu	Moins de revenus
----------------	-------------	-------------------------

3. EXPOSITION AUX PESTICIDES

Liste des pesticides chimiques les plus fréquemment utilisés

Groupes	Produits utilisés	Ingrédient actif	Toxicité
Insecticide	Karaté	Lambda-Cyhalothrin 13,1 %	Catégorie III : légèrement toxique et irritant
Insecticide	Tricel	Chlorpyrifos-éthyl 20 %	Catégorie II : modérément toxique et irritant
Insecticide	Tambo	Profenophos 40 % Cypermethrin 4 %	Catégorie II : modérément toxique et irritant
Fongicide	Mancozeb	Famille des dithiocarbamate	Catégorie VI : pratiquement non-toxique et non-irritant
Fongicide	Ridomil	Metalaxyl 19,2 g/L	Catégorie III : légèrement toxique et irritant
Herbicide	Glyphosate	N – (phosphonométhyl) glycine	Catégorie III : légèrement toxique et irritant

Stratégies de mitigation pour l'épandage de pesticides chimiques ?

Masque	Protection corporelle	Protection spéciale pour les enfants et les femmes	Signe visible de danger après l'application
Communauté informée des dangers	Élimination sécurisée des conteneurs vides après utilisation	Autres :	

Commentaire : Les dangers relatifs à l'utilisation de ces pesticides ont été transmis aux agriculteurs. Dans la grande majorité des cas, aucune stratégie de mitigation d'épandage n'est utilisée pour l'application et l'élimination sécurisée.

Liste des pesticides biologiques les plus fréquemment utilisés

Les pesticides biologiques sont très rarement utilisés. L'information est difficile à obtenir.

Gestion écologique des nuisibles

NOTE : Sélectionnez les techniques systématiquement appliquées dans le cadre du système évalué

Contrôle des cultures (choix de variétés plus résistantes pour la production; élimination manuelle des plantes et des fruits présentant des signes de maladie; culture dans le cadre de la rotation des cultures et de programmes de cultures intercalaires, etc.)

Plantation de plantes répulsives naturelles

Utilisation de cultures de couverture pour accroître les interactions biologiques

Favoriser la reproduction des organismes utiles pour la lutte biologique

Favoriser la biodiversité et la diversité spatiale au sein de l'agroécosystème

Autre :

Non
Non
Non
Non
Non
Non

Quels types de pesticides sont les plus importants pour votre production ? (Ordre d'importance)

Pesticides chimiques	1
Pesticides biologiques	2
Utilisation négligeable de pesticides/gestion écologique	NA
Autre :	NA

Utilisez-vous des antibiotiques sur votre bétail ?

Seulement pour traiter les maladies	Oui
Seulement en prévention des maladies	Très peu
Pour promouvoir la croissance	Non
Aucun antibiotique n'est utilisé	NA

4. L'EMPLOI DES JEUNES ET L'ÉMIGRATION

Y a-t-il de jeunes membres (15-24 ans) dans le système évalué ?
(y compris ceux qui ont émigré et qui vivent actuellement en dehors du système)

Quelques-uns

– Si vous avez répondu « oui », veuillez fournir les informations suivantes (Ordre d'importance)

Nombres de jeunes personnes...

travaillant dans l'agriculture	7
poursuivant des études ou une formation	4
ne suivant pas d'études ou de formation et ne travaillent pas dans l'agriculture ou dans d'autres activités	5
travaillant à l'extérieur, mais vivant dans la zone d'intervention	3
ayant quitté la communauté/le village par manque d'opportunités	2
souhaitant poursuivre l'activité agricole de leurs parents	6
qui ne voulant pas travailler dans l'agriculture et qui émigreraient s'ils en avaient la possibilité	1

5. RENFORCEMENT DE L'AUTONOMIE DES FEMMES

Niveau d'éducation

Ne peut pas lire ni écrire	Majorité
Peut lire et écrire	Peu
École primaire complétée	Plusieurs
École secondaire complétée	Quelques-unes
Université complétée	Très rare

La charge temporelle

Exercez-vous d'autres activités lucratives en dehors de la production agricole ?

Oui

Non

Si oui, quoi ?

Homme	Femme
X	X

Homme : Scieur de bois, éducateur

Femme : Éducatrice, commerçantes, services (ménage, cuisine)

Part du temps de travail consacré à la PRODUCTION AGRICOLE

Très peu (<10 %)

Peu (10-39 %)

Moitié (40-59 %)

Beaucoup (60-99 %)

Totalité (100 %)

Homme	Femme	Garçon	Fille
			X
	X	X	
X			

Part du temps de travail consacrée à la PRÉPARATION DES ALIMENTS et autres TRAVAUX DOMESTIQUES

Très peu (<10 %)

Peu (10-39 %)

Moitié (40-59 %)

Beaucoup (60-99 %)

Totalité (100 %)

Homme	Femme	Garçon	Fille
X		X	
	X		X

Part du temps de travail consacrée à d'AUTRES ACTIVITÉS LUCRATIVES (en dehors de la production agricole)

Très peu (<10 %)

Peu (10-39 %)

Moitié (40-59 %)

Beaucoup (60-99 %)

Totalité (100 %)

Homme	Femme	Garçon	Fille
		X	X
X			
	X		

Au total, travaillez-vous plus de 10 h 30 par jour ?

Plus de 10 h 30 par jour

Moins de 10 h 30 par jour

Homme	Femme	Garçon	Fille
X	X	X	X

Commentaire : Avec le contexte climatique en Haïti, c'est-à-dire la chaleur et l'intensité du rayonnement solaire, les journées de travail sur les parcelles agricoles se limitent autour de 5 h par jour.

Prise de décision

NOTE : Les femmes prennent-elles des décisions sur ce qu'elles doivent produire ? Prennent-elles des décisions sur ce qu'il faut faire des produits (comme le contrôle des revenus et la consommation à domicile) ?

Qui est le propriétaire des CULTURES et des SEMENCES ?

Lorsque des décisions sont prises concernant la PRODUCTION DE CULTURES, qui prend normalement ces décisions ?

Qui est le propriétaire des ANIMAUX ?

Lorsque des décisions sont prises concernant les ANIMAUX PRODUCTION, qui prend normalement ces décisions ?

Qui est le propriétaire des actifs pour les autres les activités économiques au sein du ménage ?

Lorsque des décisions sont prises concernant d'autres activités économiques les activités au sein du ménage, qui normalement prend ces décisions ?

Qui est le propriétaire des ACTIFS MAJEURS du ménage ? (maison, machines, etc.)

Lorsque des décisions sont prises concernant les ACTIFS MAJEURS du ménage, qui prend normalement ces décisions ?

Qui est le propriétaire des ACTIFS MINEURS du ménage ? (petits outils, jardin, etc.)

Lorsque des décisions sont prises concernant les ACTIFS MINEURS du ménage, qui prend normalement ces décisions ?

Femme	Homme	Deux	Autre personne
		X	
		X	
X	X		
X	X		
		X	
		X	
		X	
		X	
		X	

Prise de décision concernant les REVENUS

Combien avez-vous contribué aux décisions concernant l'utilisation des REVENUS générés par...

La PRODUCTION DE CULTURES ?

La PRODUCTION ANIMALE ?

D'AUTRES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES ?

Aucune/ Quelques	Certaines	Majorité
		X
		X
		X

Perception de la prise de décision

Si vous le vouliez, pensez-vous pouvoir prendre des décisions concernant...

La PRODUCTION DE CULTURES ?

La PRODUCTION ANIMALE ?

D'AUTRES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES ?

Les DÉPENSES MAJEURES du ménage

Les DÉPENSES MINEURES du ménage

Aucune	Quelques	Certaines	Majorité
		X	
		X	
			X
			X
			X

Avez-vous ACCÈS AU CRÉDIT ?

Possible dans les canaux officiels et sécurisés (banque ou autre)

Possible dans les canaux non officiels

Pas possible. L'accès au crédit est trop difficile ou trop risqué.

Non
Oui
Non

Meneur/leadership

NOTE : Les hommes et les femmes se heurtent à des obstacles différents en matière de participation. Dans le pays/contexte, les hommes et les femmes du ménage sont-ils inclus et capables de participer aux projets d'agroécologie ?

Ce groupe existe-t-il dans votre communauté ?

À quelle fréquence participez-vous aux activités et les réunions organisées par ce groupe ?

	Oui/non	Jamais ou presque	Parfois	Majorité	Toujours
Associations et organisations de femmes	OUI			X	
Coopératives de production rurale	OUI			X	
Les mouvements sociaux	OUI		X		
Syndicats des travailleurs ruraux	NON				
Groupes politiques liés à un parti	OUI	X			
Groupes religieux	NON				
Formation organisée pour le développement des capacités	OUI			X	
Autres :	NON				

6. DIVERSITÉ ALIMENTAIRE

Groupes alimentaires :

GRAINS, RACINES BLANCHES et TUBERCULES (pain, riz, pâtes, farine, pommes de terre blanches, ignames blanches, manioc/manioc/yucca, taro, etc.)

LÉGUMINEUSES (haricots, pois, graines fraîches ou séchées, lentilles ou les produits à base de haricots ou de pois, y compris le houmous, le tofu et les tempehs)

NOIX et GRAINES (Noix, arachides, graines ou « beurres » ou pâtes de noix/graines)

Produits LAITIERS (lait, fromage, yaourt ou autres produits laitiers, mais NON compris le beurre, la crème glacée, la crème)

VIANDE, VOLAILLE, POISSON (Bœuf, porc, agneau, chèvre, poulet, poisson, fruits de mer, organes d'animaux)

ŒUFS de volaille ou de tout autre oiseau

LÉGUMES À FEUILLES VERTES (tout type de légumes à feuilles vert moyenne à foncées, y compris les légumes sauvages/fourragers feuilles)

FRUITS ET LÉGUMES JAUNE FONCÉ ou ORANGE (mangue, papaye, citrouille, carottes, courge, orange, patate douce)

Autres LÉGUMES (concombre, aubergine, champignon, oignon, tomate, etc.)

Autres FRUITS (avocat, pomme, ananas, etc.)

Oui, disponible régulièrement	Non, l'accès est difficile
X (igname, manioc)	
X (haricots, pois)	
	X (en période de récolte seulement)
	X (importation principalement)
X (poulet principalement)	
X	
X	
X (mangue, patate, orange; importations selon la saison)	
X (aubergine, champignon)	
	X (avocat, ananas selon la saison)

Commentaire : Bien que plusieurs produits sont disponibles sur une base régulière, la diversité alimentaire est limitée par le statut socioéconomique. Dans une journée, il est régulier que certains groupes alimentaires ne soient pas consommés ou de manière marginale pouvant mener à des carences alimentaires.

7. SANTÉ DU SOL

Indicateurs	Valeur établie — Caractéristiques	Valeur
Structure	(1) Sol meuble et poudreux sans agrégats visibles (3) Peu d'agrégats qui rompent avec peu de pression (5) Des agrégats bien formés — difficiles à casser	1
Compaction	(1) Sol compacté, le drapeau se plie facilement (3) Fine couche compactée, quelques restrictions pour un fil pénétrant (5) Pas de compactage, le drapeau peut pénétrer jusqu'au sol	2
Profondeur du sol	(1) Sous-sol exposé (3) Sol mince et superficiel (5) Sol superficiel (> 10 cm)	3
États des résidus	(1) Résidus organiques se décomposant lentement (3) Présence de résidus de décomposition de l'année dernière (5) Résidus à divers stades de décomposition, la plupart des résidus étant bien décomposés	1
Couleur, odeur et matière organique	(1) Odeur chimique pâle et absence d'humus (3) Marron clair, sans odeur et avec une certaine présence d'humus (5) Brun foncé, odeur fraîche et humus abondant	2
Rétention des eaux (niveau d'humidité après la pluie ou l'irrigation)	(1) Sol sec, ne retient pas l'eau (3) Niveau d'humidité limitée disponible pendant une courte période (5) Niveau d'humidité raisonnable pendant une période de temps raisonnable	1
Couverture du sol	(1) Sol nu (3) Moins de 50 % de sol couvert de résidus ou de couverture vivante (5) Plus de 50 % de sol couvert de résidus ou d'une couverture vivante	2
Érosion	(1) Forte érosion, présence de petits ravins (3) Des signes d'érosion évidents, mais faibles (5) Aucun signe visible d'érosion	1
Présence d'invertébrés	(1) Aucun signe de présence ou d'activité d'invertébrés (3) Quelques vers de terre et arthropodes présents (5) Présence abondante d'organismes invertébrés	2
Activité microbiologique	(1) Très peu d'effervescence après l'application de peroxyde d'eau (3) Effervescence légère à moyenne (5) Une effervescence abondante	1
Valeur moyenne	Pondération égale pour chacun des indicateurs utilisés	1,6/5 (32 %)

Annexe 5

Niveau de durabilité pour chacun des critères de performance

Tableau 5A Présentation des 3 grands niveaux de durabilité pour chacun des critères de performance

Critère de performance	Résultats selon le côté de durabilité (Désirable; Acceptable; Non durable)
Sécurité du régime foncier	Dispose d'un document officiel portant le nom du titulaire ET la perception d'un accès sécurisé à la terre ET dispose d'au moins un droit de vendre/léguer/hériter toute parcelle de l'exploitation;
	À un document officiel portant le nom du titulaire ET une perception d'accès non sécurisé à la terre ET/OU aucun droit de vendre/léguer/hériter la terre OU A un document officiel même si le nom du titulaire n'y figure pas OU n'a pas de document, mais a une perception de terre sécurisée ET a au moins un droit de vendre/léguer/hériter la terre;
	Aucun document possédé ET perception d'un accès incertain à la terre ET/OU aucun droit de vendre/léguer/hériter de la terre.
Productivité	La valeur de la productivité par hectare est de $\geq 2/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par hectare/an; OU la valeur de la productivité par personne n'est de $\geq 2/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par personne;
	La valeur de la productivité par hectare est de $\geq 1/3$ et $< 2/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par hectare/an; OU la valeur de la productivité par personne est de $\geq 1/3$ et $< 2/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par personne;
	La valeur de la productivité par hectare est $< 1/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par hectare/an. OU la valeur de la productivité par personne est $< 1/3$ de la valeur moyenne nationale de la production par personne.
Revenu	Revenu familial net/travailleur familial > Revenu médian dans un agroécosystème similaire (par exemple, provenant de systèmes de surveillance des exploitations) OU (si non disponible) > Revenu médian des activités agricoles (données du RuLIS) OU (si non disponible) > revenu national médian (d'après les statistiques nationales)
	Revenu familial net/travailleur familial > seuil de pauvreté national (tel que défini par la Banque mondiale) ET < revenu médian dans un agroécosystème similaire (par exemple, provenant de systèmes de suivi des exploitations agricoles) OU (si non disponible) < Revenu médian des activités agricoles (données du RuLIS) OU (si non disponible) < Revenu national médian (d'après les statistiques nationales)
	Revenu familial net/travailleur familial < seuil de pauvreté national (tel que défini par la Banque mondiale)
***NOTE : Si les données pour le calcul des revenus sont rares et/ou s'il n'existe pas de données permettant de les comparer au revenu moyen dans un système similaire ou au niveau national, une autre méthode peut être utilisée, basée sur la perception des revenus	
***Revenu	Perception que le revenu augmente ET > revenu moyen dans la région
	Perception que le revenu est stable ET = revenu moyen dans la région
	Perception que le revenu diminue OU < revenu moyen dans la région

Tableau 5A Présentation des 3 grands niveaux de durabilité pour chacun des critères de performance (suite)

Critère de performance	Résultats selon le code de vulnérabilité/résilience (Désirable; Acceptable; Non durable)
Valeur ajoutée	Valeur ajoutée brute/travailleur familial > 1,2 x valeur ajoutée brute médiane dans un agroécosystème similaire (par exemple, à partir des systèmes de surveillance des exploitations) OU (si non disponible) > 1,2 x PIB agricole national par travailleur agricole
	Valeur ajoutée brute/travailleur familial < 1,2 x valeur ajoutée brute médiane dans un agroécosystème similaire (par exemple, à partir des systèmes de surveillance des exploitations) ET > 0,8 x valeur ajoutée brute médiane dans un agroécosystème similaire OU (si non disponible) < 1,2 x PIB agricole national par travailleur agricole ET > 0,8 x PIB agricole national par travailleur agricole
	Valeur ajoutée brute/travailleur familial < 0,8 x valeur ajoutée brute médiane dans un agroécosystème similaire (par exemple, à partir des systèmes de surveillance des exploitations) OU (si non disponible) < 0,8 x PIB agricole national par travailleur agricole
Exposition aux pesticides	Quantité de pesticides organiques utilisés ≥ Quantité de pesticides synthétiques utilisés ET les pesticides de classe I et II (hautement et modérément toxiques) ne sont pas utilisés ET au moins 4 des techniques d'atténuation énumérées sont utilisées lors de l'application de pesticides chimiques; OU les pesticides chimiques ne sont pas utilisés ET les pesticides organiques ET/OU d'autres techniques intégrées de lutte contre les parasites sont utilisés
	Quantité de pesticides synthétiques utilisés > quantité de pesticides organiques utilisés ET les producteurs n'utilisent pas de pesticides de classe I (hautement toxiques) ET au moins 4 des techniques d'atténuation énumérées sont utilisées lors de l'application des produits chimiques ET les pesticides organiques et/ou d'autres techniques intégrées sont également utilisés
	Les producteurs utilisent des pesticides très dangereux (classe I) et/ou des pesticides illégaux OU les producteurs utilisent des pesticides de classe II et/ou III (modérément toxiques et légèrement ou relativement non toxiques) avec moins de 4 des techniques d'atténuation énumérées OU les producteurs utilisent des pesticides chimiques de toute classe ET aucun pesticide biologique et aucune autre technique intégrée n'est utilisée.
Diversité alimentaire	Valeur MDD ≥ 7
	5 ≥ Valeur MDD < 7
	Valeur MDD < 5
Renforcement de l'autonomie des femmes	A-WEAI ≥ 80 %
	60 % ≥ A-WEAI < 80 %
	A-WEAI < 60 %

Tableau 5A Présentation des 3 grands niveaux de durabilité pour chacun des critères de performance (suite)

Critère de performance	Résultats selon le code de vulnérabilité/résilience (Désirable; Acceptable; Non durable)
Opportunité d'emploi pour les jeunes	Valeur ≥ 70 %
	50 % \geq Valeur < 70 %
	Valeur < 50 %
Biodiversité agricole	Valeur moyenne ≥ 70 %
	50 % \geq Valeur moyenne < 70 %
	Valeur moyenne < 50 %
Santé du sol	Valeur moyenne $\geq 3,5$
	2,5 \geq Valeur moyenne $< 3,5$
	Valeur moyenne $< 2,5$

Annexe 6

Liste des cultures présentes à proximité la zone d'intervention

Tableau 6A Listes des cultures retrouvées dans la zone d'intervention et à proximité

Canopée émergente	Canopée haute	Canopée basse	
Noix pain (<i>Brosimum alicastrum</i>) Cajou (<i>Anacardium occidentale</i>) Saman (<i>Samanea saman</i>) Sucrin (Inga) (<i>Inga edulis</i>) Tamarinier (<i>Tamarindus indica</i>)	Bananier (<i>Musa spp.</i>) Manguier (<i>Mangifera indica</i> L.) Avocatier (<i>Persea americana</i>)	Lime (<i>Citrus aurantiifolia</i>) Pamplemousse (<i>Citrus x paradisi</i>) Citron (<i>Citrus limon</i>) Orangier (<i>Citrus x sinensis</i>)	Tangerine (<i>Citrus reticula</i> L. var) Clémentine (<i>Citrus x clementina</i>) Corossolier (<i>Annona muricata</i>)
Canopée arbustive	Plantes et racines	Autres cultures potentielles	
Pois Congo (<i>Cajanus cajan</i>) Moringa (<i>Moringa oleifera</i>) Sorghum (<i>Sorghum bicolor</i>) Café (<i>Coffea arabica</i>) Cacao (<i>Theobroma cacao</i>) Canne à sucre (<i>Saccharum officinarum</i>) Mais (<i>Zea mays</i>)	Ananas (<i>Ananas comosus</i>) Patate douce (<i>Ipomoea batatas</i>) Manioc (<i>Manihot esculenta</i>) Arachide (<i>Arachis hypogaea</i>) Ignose (<i>Dioscoreaceae rotundata</i>) Courge (<i>Cucurbita pepo</i>) Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i>) Haricot de lima (<i>Phaseolus lunatus</i>) Gingembre (<i>Zingiber officinale</i>)	Chou (<i>Brassica oleracea</i>) Vigne (Raisin) (<i>Vitis vinifera</i>) Navet (<i>Brassica rapa</i>) Carotte (<i>Daucus carota</i>) Piment/poivron (<i>Capsicum sp.</i>) Coconut (<i>Cocos nucifera</i>) Concombre (<i>Cucumis sativus</i>) Aubergine (<i>Solanum melongena</i>) Ail (<i>Allium sativum</i>) Laitue (<i>Lactuca</i>) Chicorée (<i>Cichorium intybus</i>)	Millet (<i>Eleusine coracan</i>) Orka (<i>Abelmoschus esculentus</i>) Oignon (<i>Allium cepa</i>) Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i>) Pastèque (<i>Citrullus vulgaris</i>) Papaye (<i>Carica papaya</i>) Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) Bettrave (<i>Beta vulgaris</i>) Pois (<i>Pisum sativum</i>) Patate (<i>Solanum tuberosum</i>) Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)